
BACHELORARBEIT

Herr
Jakob Ihde

**Integration der GoPro Hero 3 Black
Edition in einen professionellen
Postproduction Workflow**

2013

BACHELORARBEIT

Integration der GoPro Hero 3 Black Edition in einen professionellen Postproduction Workflow

Autor:
Herr Jakob Ihde

Studiengang:
Medientechnik

Seminargruppe:
MT09wD-B

Erstprüfer:
Prof. Peter Gottschalk

Zweitprüfer:
Dipl.-Ing. (FH) David Bertsch

Einreichung:
Mittweida, 23.07.2013

BACHELOR THESIS

Integration of the GoPro Hero 3 Black Edition into a professional postproduction workflow

author:

Mr. Jakob Ihde

course of studies:

Medientechnik

seminar group:

MT09wD-B

first examiner:

Prof. Peter Gottschalk

second examiner:

Dipl.-Ing. (FH) David Bertsch

submission:

Mittweida, 23.07.2013

Bibliografische Angaben:

Ihde, Jakob:

Integration der GoPro Hero 3 Black Edition in einen professionellen Postproduktionsworkflow

Integration of the GoPro Hero 3 Black Edition into a professional postproduction workflow

2013 - 115 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2013

Abstract

Die Actioncam GoPro Hero 3 findet immer öfter Anwendung im professionellen TV-Bereich. Da sie ursprünglich nicht für diesen konzipiert war, bringt das Verarbeiten ihres Materials einige Probleme für die Postproduktion mit sich.

Diese Arbeit untersucht, in welchen Stadien der Postproduktion mit welchen Problemen zu rechnen ist und wie diese vermieden bzw. gelöst werden können.

Zum Erkenntnisgewinn wird ein Versuchsaufbau konzipiert, in dem verschiedene Workflow-Varianten durchgespielt werden. Außerdem findet eine grundsätzliche Bildanalyse statt. Am Ende stehen klare Empfehlungen für die Wahl des Workflows sowie des günstigsten Codecs.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	XI
Tabellenverzeichnis.....	XIII
1 Einleitung.....	1
2 Vorbetrachtung.....	3
2.1 Die Kameras.....	3
2.1.1 Die GoPro Hero 3 Black Edition.....	3
2.1.2 Die ALEXA.....	6
2.2 Die Codecs.....	8
2.2.1 H.264 / MP4.....	9
2.2.2 ProRes.....	10
2.2.3 DNxHD.....	11
2.2.4 CineForm.....	12
2.3 Der Postproduction Workflow.....	13
2.3.1 Quality-Check.....	19
2.3.2 Bearbeitung GoPro Material – CineForm Studio.....	19
2.3.3 Schnitt – Media Composer.....	21
2.3.4 Conforming – Baselight / Media Composer.....	22
2.3.5 Farbkorrektur – Baselight	22
2.3.6 Mastering – Baselight/ Symphony.....	24
2.4 Weitere technische Grundlagen.....	25
2.4.1 Full und Legal Range.....	25
2.4.2 Das AAF Austauschformat.....	27
2.4.3 Das EDL Austauschformat.....	27
2.4.4 Das MXF Format.....	28
2.4.5 RGB und YCbCr Encoding.....	28
2.4.6 Chromasampling.....	29
3 Versuchsdurchführung.....	31
3.1 Dreh des Testmaterials.....	31
3.1.1 Testcharts.....	32
3.1.2 Spielaufnahmen.....	33
3.2 Bearbeitung des GoPro Materials – CineForm	34
3.2.1 CineForm Studio.....	34
3.2.2 CineForm Studio Premium.....	35

3.2.3	Konvertierungsübersicht.....	36
3.3	Schnitt – Media Composer.....	37
3.3.1	Schnitt: AMA-Workflow.....	37
3.3.2	Schnitt: Offline-Workflow.....	38
3.3.3	Schnitt: DNxHD 185 X-Workflow.....	39
3.3.4	Auffälligkeiten im GoPro Material mit LogC LUT.....	39
3.4	Conforming/Mastering – Baselight	40
3.4.1	Conforming: AMA-Workflow.....	41
3.4.2	Conforming: Offline-Workflow	45
3.4.3	Conforming: DNxHD185X-Workflow	46
3.4.4	Mastersequenz mit Baselight erstellen.....	48
3.4.5	Auffälligkeiten bei in CineForm konvertierten Clips.....	49
3.5	Mastering – Symphony.....	51
3.5.1	Mastering: AMA-Workflow	52
3.5.2	Mastering: Offline-Workflow.....	52
3.5.3	Mastering: DNxHD185X-Workflow.....	52
3.5.4	Mastersequenz mit Avid Symphony erstellen.....	53
3.6	Zweiter Versuchsdurchlauf.....	54
3.7	Bildqualität.....	56
3.7.1	Testchart TE 231 (Linientestchart).....	57
3.7.2	Testchart TE167 (Testbesen).....	62
3.7.3	Testchart TE226 (Farbfelder).....	66
3.7.4	Gesichtsaufnahmen.....	70
3.7.5	Verhalten bei Überbelichtung.....	71
3.7.6	Verhalten bei Unterbelichtung.....	73
3.8	Codecvergleich.....	74
3.8.1	ProRes 4444 (ALEXA Referenz).....	74
3.8.2	GoPro Standard – H.264	75
3.8.3	GoPro Protune – H.264.....	76
3.8.4	DNxHD185X.....	78
3.8.5	GoPro Protune – CineForm High.....	80
3.8.6	GoPro Protune – CineForm Film Scan 2.....	81
4	Auswertung.....	82
4.1	Auswertung Workflowvergleich.....	82
4.2	Auswertung Bildqualität.....	84
4.3	Auswertung Codecvergleich.....	85
4.4	Fehleranalyse.....	86
4.4.1	Testbildaufnahmen der GoPro.....	86

4.4.2 Wetter.....	87
4.5 Anregungen für die zukünftige GoPro.....	87
5 Zusammenfassung.....	89
Literaturverzeichnis.....	XIV
Anlagen.....	XIX
Eigenständigkeitserklärung.....	XXV

Abkürzungsverzeichnis

AAF

...Advanced Authoring Format - Erweitertes Bearbeitungsformat

AMA

...Avid Media Access

ARD

...Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland

ASCII

...American Standard Code for Information Interchange - Amerikanischer Standardcode für Informationsaustausch

AVC

...Advanced Video Coding - Fortschrittliche Videocodierung

AVI

...Audio Video Interleave - Verschachteltes Audio und Video

CCD

...charge-coupled device

CMOS

...Complementary Metal Oxide Semiconductor - komplementärer Metall-Oxid-Halbleiter

cph

...cycles per height - Perioden pro Höhe

DCI

...Digital Cinema Initiatives

DCT

...Diskrete Cosinustransformation

DI

...Digital Intermediate - Digitaler Zwischenträger

DNxHD

...Digital Nonlinear Extensible High Definition

EBU

...European Broadcasting Union - Europäische Rundfunkunion

EDL

...Edit Decision List - Schnittliste

EI

...Exposure Index - Empfindlichkeitsindex

FOV

...Field of View - Blickwinkel

fps

...Frames per Second - Bilder pro Sekunde

GOP

...Group of Pictures - Bildgruppe

HD

...High Definition

HDMI

...High Definition Multimedia Interface - Hochauflösende Medienschnittstelle

IRT

... Instituts für Rundfunktechnik

IT

...Informationstechnologie

LUT

...Lookup Table - Lookup-Tabelle

MPEG

... Moving Picture Experts Group - Expertengruppe für Bewegtbilder

MXF

...Material Exchange Format - Material Austauschformat

NLE

...Non Linear Editing - Nichtlinearer Schnitt

ORF

...Österreichische Rundfunk

SD

...Secure Digital Memory Card - sichere digitale Speicherkarte

...Standard Definition

SDI

...Serial Digital Interface - Serielle digitale Schnittstelle

SMPTE

...Society of Motion Picture and Television Engineers - Gesellschaft der Film- und Fernsehingenieure

TV

...Television - Fernsehen

USB

...Universal Serial Bus - eine Multifunktionsschnittstelle

WVGA

...Wide Video Graphics Array

ZDF

...Zweites Deutsches Fernsehen

Formelverzeichnis

Bildanalyse

MTF Modulationstransferfunktion

S_{max} Maximalsignal

S_{min} Minimalsignal

m Modulationsgrad

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die GoPro Hero 3 Black Edition (Quelle: http://gopro.com/cameras/hd-hero3-black-edition).....	4
Abbildung 2: Die ALEXA Plus von ARRI (Quelle: http://www.arri-rental.com/camera/digital-cinematography/arri-alexa-plus/)	7
Abbildung 3: Offizielle Angaben zu den CineForm Qualitätsstufen (Quelle: https://cineform.zendesk.com/entries/23268268-Understanding-CineForm-Quality-Settings).....	12
Abbildung 4: geplanter AMA-Workflow Diagramm (Quelle: Eigene).....	16
Abbildung 5: geplanter DNxHD185X -Workflow Diagramm (Quelle: Eigene).....	17
Abbildung 6: geplanter Offline-Workflow Diagramm (Quelle: Eigene).....	18
Abbildung 7: Chromasubsampling in modellhafter Darstellung (Quelle: Apple official, 2012: S.7).....	30
Abbildung 8: Versuchsaufbau gemäß EBU Tech-3281 (Quelle: EBU, 1995: S.5).....	32
Abbildung 9: Screenshot GoPro CineForm Studio Premium (Quelle: Eigene).....	35
Abbildung 10: Screenshot aus dem Baselight Browser: Anzeige der Metadaten in den zu CineForm transcodierten Clips. Beachten Sie die [30] hinter der Timecodeangabe (Quelle: Eigene).....	50
Abbildung 11: Screenshot aus dem Baselight Browser: Anzeige der Metadaten in den zu DNxHD185X transcodierten Clips. Beachten Sie die [25] hinter der Timecodeangabe (Quelle: Eigene).....	54
Abbildung 12: DNxHD185X Pre-Transcode Workflow Diagramm (Quelle: Eigene).....	55
Abbildung 13: Testchart TE231: oben: ALEXA; unten rechts: GoPro Standard; unten links: GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	58
Abbildung 14: MTF Diagramm. Y-Achse in %; x-Achse in Ortsfrequenz-Messpunkten (Quelle: Eigene).....	60
Abbildung 15: Testbesen ALEXA (Quelle: Eigene).....	62
Abbildung 16: Testbesen GoPro Standard (Quelle: Eigene).....	63
Abbildung 17: Testbesen GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	64

Abbildung 18: Farbfeldtestchart ALEXA (Quelle: Eigene).....	66
Abbildung 19: Farbfeldtestchart GoPro Standard (Quelle: Eigene).....	67
Abbildung 20: Farbfeldtestchart GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	68
Abbildung 21: Vergleich Gesicht; oben: ALEXA; unten links: GoPro Standard; unten rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	69
Abbildung 22: Farbfehler in den Blättern links: GoPro Standard, rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	70
Abbildung 23: Überbelichtung; oben: ALEXA; unten links: GoPro Standard; unten rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	71
Abbildung 24: Unterbelichtung; oben: ALEXA; unten links: GoPro Standard; unten rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene).....	72
Abbildung 25: Screenshot Baselight. In der Sequenzanzeige zusehen: die Testsequenz sowie zwei Korrekturlayer über die gesamte Sequenz (Quelle: Eigene).....	73
Abbildung 26: Screenshot Waveform. oben: GoPro Standart Material vor der Bearbei- tung; unten: danach (Quelle: Eigene).....	76
Abbildung 27: Screenshot Waveform. In DNxHD 185 X gewandeltes GoPro Protune Material. oben vor und unten nach der Kontrasterhöhung. Die Waveform bleibt homogen. (Quelle: Eigene).....	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufnahmeformate der GoPro Hero 3 Black Edition (Quelle: http://gopro.com/cameras/hd-hero3-black-edition#specs).....	5
Tabelle 2: DNxHD Auflösungen für 1080p/25 (Quelle: Avid official, 2012: S.9).....	11
Tabelle 3: Suchparameter für den AMA-AAF-Workflow (Quelle: Eigene).....	41
Tabelle 4: Renderparameter für AMA-AAF-Workflow (für Weiterverarbeitung in der Symphony) (Quelle: Eigene).....	42
Tabelle 5: Suchparameter für AMA-EDL-Workflow (ALEXA) (Quelle: Eigene).....	43
Tabelle 6: Suchparameter für AMA-EDL-Workflow (GoPro) (Quelle: Eigene).....	43
Tabelle 7: Suchparameter für DNxHD 185X-AAF-Workflow (Quelle: Eigene).....	46
Tabelle 8: Suchparameter für DnxHD 185X-EDL-Workflow (Quelle: Eigene).....	47
Tabelle 9: Renderparameter für die Erstellung des Masterfiles (Quelle: Eigene).....	48
Tabelle 10: Suchparameter aus dem Offline-EDL-Workflow (Quelle: Eigene).....	49
Tabelle 11: Transcode Einstellung für GoPro H.264 zu DNxHD185 X (Quelle: Eigene)	53
Tabelle 12: Suchparameter für DNxHD185 X Pr-Transcode Workflow (Versuchsdurchlauf 2) (Quelle: Eigene).....	54
Tabelle 13: maximale und minimale Signalwerte zu bestimmten Ortsfrequenzen. Angaben in % (Quelle: Eigene).....	59
Tabelle 14: MTF Werte für die einzelnen Ortsfrequenzmesspunkte. Angaben in % (gerundet) (Quelle: Eigene).....	60
Tabelle 15: Workflow-Vergleich Übersicht (Quelle: Eigene).....	83
Tabelle 16: Codec-Vergleich Übersicht (Quelle: Eigene).....	85

1 Einleitung

Seit einigen Jahren machen die *Woodman Labs* mit ihren GoPro Hero Kameras auf sich aufmerksam. Dies sind kleine und auf vielerlei Weise zu befestigende Kameras, die vor allem bei der Aufnahme von Extremsportarten, wie Surfen, Snowboarden oder Skydiving Anwendung finden. Die Kameras sind ungefähr so groß wie eine Zigarettenschachtel und sowohl stoßsicher, als auch bis zu 60 Metern Tiefe wasserfest. Inzwischen sind dem Kamerakonzzept auch andere Hersteller gefolgt und mittlerweile gibt es eine Vielzahl sogenannter Actioncams auf dem Markt.

Ihre geringe Größe, ihre einfache Handhabung, die Vielseitigkeit und ihre HD-Fähigkeit machen die GoPro zunehmend auch für professionelle TV-Produktionen interessant. Wobei ihr verhältnismäßig günstiger Preis sicher ebenfalls eine Rolle bei der Wahl spielt. So wurde die GoPro Hero 2 für Aufnahmen in „SOKO Leipzig“, oder auch „Alles Klara“ verwendet.

Natürlich werden keine kompletten Folgen mit diesen kleinen Kameras gedreht, sondern nur spezielle Einstellungen, für die die Vorteile der GoPro entscheidend sind. Für die normalen Aufnahmen wird auf reguläre, professionelle Kameras zurückgegriffen.

Dadurch muss bei der Postproduktion mit zweierlei Material gearbeitet werden, dem der GoPro und dem der regulären Kamera. Aus der eigenen Erfahrung als Conforming Assistant ist dem Autor bekannt, dass dies oft zu Problemen führen kann. So ging GoPro Material beim Transport zwischen Systemen „verloren“ und musste manuell und mit viel Aufwand wieder in die Sequenz eingepflegt werden. Auch in der Farbkorrektur spielt der Materialunterschied eine Rolle.

Diese Arbeit soll untersuchen in welcher Phase des Postproduction Workflow durch die Verwendung von Material, welches mit der GoPro aufgezeichnet wurde, welche Probleme auftreten, warum sie auftreten und wie sie behoben werden können.

Damit soll die Arbeit eine Orientierung für zukünftige Workflows bereitstellen, aber auch nützliche Informationen bei der Entwicklung neuer GoPro Modelle bieten, denn die bisherige Nutzung bei professionellen TV Produktionen dürfte erst der Anfang gewesen sein.

Im Rahmen der Arbeit wird jedoch keine umfangreiche Aussage über die Bildqualität der GoPro an sich getroffen, sondern nur ein kurzer Einblick in diesen Bereich gege-

ben werden. Auch geht es lediglich um den Postproduction Workflow auf der visuellen Seite. Aussagen über die optischen Kompatibilität und die Möglichkeiten der Angleichung der Bilder der beiden Kameras untereinander sind ebenfalls nicht Teil dieser Untersuchung.

Nach der Einführung in die Thematik und der Klärung einiger Grundlagen wird es einen Versuchsaufbau geben, in dem verschiedene Postproduction Workflows und ihr Zusammenspiel mit GoPro Material untersucht werden. So sollen die nötigen Erkenntnisse zur Beantwortung der Fragestellung gewonnen werden.

Am Ende der Arbeit wird eine klare Empfehlung für das Einbinden des GoPro-Materials in den professionellen Postproduction Workflow stehen.

Trotz der deutlichen Zunahme von GoPro Aufnahmen in allen Teilen des Fernsehalltags, ob Reportage, Werbung oder fiktionale Produktionen, wird die Kamera offenbar noch misstrauisch von der Fachwelt gesehen. So gibt es keine Bücher, und nur wenige Fachartikel, die sich mit dieser Kamera auf professioneller Basis beschäftigen. Das ist in Anbetracht der verbreiteten und zunehmenden Nutzung erstaunlich. Es erschwerte zwar die Recherche für diese Arbeit, zeigt jedoch auch, dass auf diesem Gebiet noch Informationen nötig sind. Diese Arbeit wird dazu etwas beitragen.

2 Vorbetrachtung

Bevor mit dem eigentlichen Versuch begonnen wird, soll hier zunächst eine kleine Einführung stattfinden. Dabei sind Informationen zu den verwendeten Kameras sowie über den geplanten Workflow und die verwendeten Programme zu finden. Außerdem werden einige relevante technische Grundlagen erklärt.

2.1 Die Kameras

2.1.1 Die GoPro Hero 3 Black Edition

Für diese Analyse fiel die Wahl auf die GoPro Hero 3 Black Edition als Vertreterin für die Familie der Actioncams. Zum Einen, weil sie aus vergleichenden Tests von Actioncams oft als beste, derzeit verfügbare Kamera in diesem Bereich hervorgeht.^{1 2 3} Zum Anderen, weil ihre Vorgängerin bereits oft zum Einsatz für Fernsehproduktionen kam.⁴ Es ist also zu erwarten, dass auch die momentan noch recht junge Hero 3 dort Verwendung finden wird und dass sich die Produzenten und Kameramänner aus Qualitätsgründen für das beste derzeit verfügbare Modell entscheiden werden.

Die Black Edition ist aktuell das Flaggschiff der GoPro Modelle und technisch am weitesten entwickelt. Die beiden „Schwestern“, die Silver und White Edition, sowie die verschiedenen Vorgängermodelle spielen im Versuch keine Rolle und werden deshalb auch nicht weiter erwähnt. Von nun an wird der Kürze wegen mit „die GoPro“ stets die GoPro Hero 3 Black Edition gemeint sein, wenn nicht anders gekennzeichnet.

Die Kamera ist 6x4x3 cm groß. Sie hat zwei Knöpfe mit denen im Menü navigiert werden kann und einen weiteren, mit dem eine Fernsteuerung über WiFi durch eine Fernbedienung, Smartphon- oder Tablet Apps, eingeschaltet werden kann. Des Weiteren besitzt die Kamera einen Micro-HDMI Port, einen Mini-USB Port, sowie Platz für die Micro-SD Karte, auf die aufgezeichnet wird. Über den USB Port können mit Adapter auch ein externes Mikrofon oder ein Video Composite Signal angeschlossen werden.

1 Heidi, 2013: online

2 De Leuw, 2013, online

3 Fröhlich, 2013, online

4 Woodman, 2010, online; außerdem durch Mitarbeit des Autors bei „SOKO Leipzig“ bekannt



Abbildung 1: Die GoPro Hero 3 Black Edition

(Quelle: <http://gopro.com/cameras/hd-hero3-black-edition>)

Die Kamera beherrscht neben dem Aufnehmen von Videos auch die Aufnahme von Fotos, Serienaufnahmen und Einzelbildern in einem bestimmten Intervall. Da es in dieser Analyse um das Verhalten des Videomaterials im Postproduction Workflow geht, können die weiteren Funktionen außer Acht gelassen werden.

Die Aufnahme von Filmmaterial ist in einer Vielzahl von Auflösungen und Framezahl - Kombinationen und auch in den beiden Aufnahmestandards NTSC und PAL möglich (siehe Tabelle 1).

Die GoPro hat eine feste Brennweite und Blende mit der Blendenzahl $f/2,8$ und eine aspherische Glas-Linse aus 6 Elementen⁵, durch die Abbildungsfehler, wie die sphärische Abberation, vermieden werden sollen.⁶ Der CMOS-Bildsensor⁷ hat eine Diagonale von 1 / 2,3 Inch, also 11,04 mm.⁸

Außerdem kann zwischen drei Field of View (FOV) Einstellungen gewählt werden⁹:

- „Wide“, entspricht ca. 150°
- „Medium“, entspricht ca. 117°
- „Narrow“, entspricht ca. 90°

⁵ GoPro official, 3013c: online

⁶ GoPro official, 2013c: online

⁷ Ebd.

⁸ GoPro official, 2013a: online

⁹ Halle, 2013 (Mitarbeiterin von GoPro): Schriftwechsel vom 28.06.2013 (siehe Anlagen)

Da der Winkel nicht durch eine physikalische Einstellung des Objektivs verändert werden kann, wird kameraintern lediglich ein kleinerer Teil des auf dem Sensor auftretenden Bildes ausgegeben.¹⁰

Video-Auflösung	NTSC fps	PAL fps	STD Modus	Protune Modus	Bildfeld (FOV)	Bildschirmauflö- sung / Bildformat
1080p	60, 48, 30, 24 fps	50, 48, 25, 24 fps	JA	JA	ultraweit, mittel, eng	1920x1080 16:9
720p	120, 60 fps	100, 50 fps	JA	JA	ultraweit, eng*	1280x720 16:9
1440p	48, 30, 24 fps	48, 25, 24 fps	JA	JA	ultraweit	1920x1440 4:3
4K	15 fps	12,5 fps	NEIN	NUR bei Protune	ultraweit	3840x2160 16:9
4K Cin	12 fps	12 fps	NEIN	NUR bei Protune	ultraweit	4096x2160 17:9
2,7K	30 fps	25 fps	JA*	JA	ultraweit	2704x1524 16:9
2,7K Cin	24 fps	24 fps	JA*	JA	ultraweit	2704x1440 17:9
960p	100, 48 fps	100, 48 fps	JA	JA	ultraweit	1280x960 4:3
WVGA	240 fps	240 fps	JA	NEIN	ultraweit	848x480 16:9

*Tabelle 1: Aufnahmeformate der GoPro Hero 3 Black Edition
(Quelle: <http://gopro.com/cameras/hd-hero3-black-edition#specs>)*

Im Standardmodus gibt es neben dem Aufnahmeformat recht wenige Einstellungen, die vom Nutzer getroffen werden können. Der Weißabgleich und die Helligkeit werden automatisch geregelt.

Protune-Modus

Um die Anwendbarkeit der GoPro für den professionellen Bereich zu erhöhen, gibt es den sogenannten Protune Modus. Ist dieser eingeschaltet, werden auf die Bilder kameraintern andere bzw. keine bildbearbeitenden Presets angewendet. Dadurch wird der Dynamikumfang der Bilder erhöht. Der Protune Modus erinnert mit seinem flacherem, entsättigtem Bild im Entfernten an die LogC Einstellung der ALEXA¹¹.

¹⁰ Halle, 2013 (Mitarbeiterin von GoPro): Schriftwechsel vom 19.07.2013 (siehe Anlagen)

¹¹ Siehe Punkt 2.1.2

Außerdem ist bei eingeschaltetem Protune Modus eine manuelle Einstellung des Weißabgleichs auf die vorgegebenen Werte 3000K, 5500K und 6500K oder Automatik möglich. Eine weitere Option ist die „Cam-RAW“ Einstellung. „Diese Einstellung eignet sich für Situationen, in denen du die höchstmögliche Menge an unbereinigtem Bildmaterial benötigst. Es ähnelt der RAW-Aufnahme mit deiner DSLR - du erhältst eine Aufnahme, die das wiedergibt, was der Bildsensor sieht [...]“¹² Der Vergleich mit RAW – Aufnahmen bezieht sich dabei offensichtlich auf die fehlende interne Bearbeitung. Mit den bekannten RAW-Dateiformaten der DSLR Kameras hat diese Einstellung nichts zu tun.

Verbesserungen im Vergleich zum Standard-Modus gibt es außerdem bei der Datenrate der aufgenommenen Dateien. Diese beträgt nun variable 35 MBit/s an Stelle der variablen 20 Mbit/s ohne Protune. Dies ermöglicht es den höheren Dynamikumfang zu speichern, ohne Artefakte zu provozieren, die bei geringeren Datenraten entstehen würden und bei einer späteren Farbkorrektur verstärkt hervortreten könnten.

Dass das Bild nun ohne weitere interne Bearbeitung direkt ausgegeben wird verspricht den größtmöglichen Spielraum bei der Postproduktion, vor allem mit Blick auf die Farbkorrektur.

Metadaten werden von der GoPro keine aufgezeichnet. Für weitere Informationen zum Aufnahmecodec siehe Punkt 2.2.1.

2.1.2 Die ALEXA

Die ALEXA der Firma ARRI ist eine digitale Filmkamera. Vorgestellt wurde sie im Jahr 2010 und erfreut sich seitdem großer Beliebtheit in der Filmbranche, egal ob Werbung, Kinofilm oder Fernsehproduktionen. „Die Resultate aus Tests, Screenings und produzierten Filmen sprechen für die qualitative Arbeit mit der Kamera“¹³ Deshalb wird mit ihr aufgenommenes Material wird als Referenz genutzt, mit der das Material der GoPro verglichen wird.

Seit ihrer Einführung gab es diverse Versionen der ALEXA, die an bestimmte Verwendungszwecke angepasst wurden, und Updates, die ihre Funktionen erweiterten. Seit 2013 gibt es eine neue Serie, die ALEXA XT, von der es wiederum verschiedene Modelle gibt.¹⁴ Diese unterscheiden sich in den verfügbaren Anschlüssen,

¹² GoPro official, 2013b: online

¹³ Schaller, 2012: S.49

den eingebauten Sensoren, der Verfügbarkeit eines optischen Suchers und der Art der verfügbaren Aufzeichnungsmodi. In den wesentlichen, für die Postproduktion relevanten Punkten ähneln sie sich jedoch oder sind sogar identisch. So sind die verfügbaren Aufnahmeformate unter Modellen in den einzelnen Serien (Classic und XT) identisch, genauso wie der Sensor.

Für diese Untersuchung wird Material, das mit der ALEXA Plus aus der Classic Familie aufgezeichnet wurde, als Referenz benutzt.



Abbildung 2: Die ALEXA Plus von ARRI (Quelle: https://sphotos-b.xx.fbcdn.net/hphotos-frc1/p480x480/601156_200449403428903_1440790753_n.jpg)

Die ALEXA Plus besitzt einen PL Mount und ist mit einer Vielzahl von Objektiven kombinierbar. Sie verfügt über 4 HD-SDI Anschlüsse, welche zum Monitoring oder zum externen Aufzeichnen genutzt werden können. Intern existieren zwei Slots, für die Aufzeichnung auf SxS Karten.

In der ALEXA Plus ist ein CMOS-Sensor mit Super 35 Sensor Area im 16:9 Format verbaut. Er besitzt dieselbe Größe, wie der Filmbereich eines Super 35mm Films.¹⁵

Weiterhin ist es möglich sich für drei verschiedene Gamma-Einstellungen beim Encoding zu entscheiden: Rec709, LogC, sowie DCI P3. Diese Einstellungen sind vor allem für die spätere Farbkorrektur wichtig. Rec709 wendet eine „display specific“¹⁶-Gamma Kurve an. Es bildet also den Kontrastumfang der Szene möglichst vollständig auf den

14 ARRI official, 2013a: online

15 ARRI official, 2013a: online

16 ARRI official, 2013b: online

von HD-Bildschirmen wiedergebbaren Kontrastumfang ab. Das Ergebnis ist ein normal gesättigtes Bild, wie man es von Fotos, oder Camcordern kennt, „what-you-see-is-what-you-get“¹⁷. LogC hingegen verwendet eine C-förmige Gamma-Kurve, wodurch eine höhere Anzahl Blendenstufen abgebildet werden kann und so mehr Details im Bild erhalten bleiben, denn die Clipping-Grenze wird weniger schnell erreicht. Das Bild wirkt dadurch verwaschen und unscharf. Jedoch ergibt sich so ein größerer Spielraum in der Farbkorrektur. Das dritte Encoding DCI P3 ist für Kinoprojektoren ausgelegt und für diese Untersuchung nicht relevant.

Die Alexa kann in der ProRes – Codecfamilie (im MOV Container) oder in ARRI RAW aufzeichnen. Mit zusätzlicher Lizenz ist auch eine Aufzeichnung in der DNxHD Familie möglich. Als Bildformat kann zwischen 2K oder HD gewählt werden.

Metadaten

Im Gegensatz zur GoPro zeichnet die ALEXA Plus eine Vielzahl von Metadaten auf.¹⁸ Sie werden von der Kamera zusammen mit der Filmdatei gespeichert, entweder als separate Datei oder in der Filmdatei selbst. Sie enthalten wichtige Informationen über den Kamerateyp, Timecode, Clipnamen, Bildformat, Weißabgleich, Farbraum, Linsendaten und noch vieles mehr. Insgesamt kann die ALEXA 99 verschiedene Metadaten speichern.¹⁹ Die tatsächlich gespeicherten Daten hängen aber vom Aquiseformat ab. ProRes wird im Quicktime Container aufgezeichnet. Für die komplette Liste der damit gespeicherten Metadaten wird an dieser Stelle auf das White Paper von ARRI (siehe Literaturverzeichnis) verwiesen. Wichtig und relevant ist jedoch die Aufzeichnung eines Timecodes sowie Clip- und Tapename.

2.2 Die Codecs

Hier werden alle in dieser Analyse vertretenen Codecs vorgestellt.

17 ARRI official, 2013b: online

18 ARRI official, 2013c: S.4-8

19 ARRI official, 2013c: S.4-8

2.2.1 H.264 / MP4

Der H.264 Codec ist die ITU-Bezeichnung für den MPEG-4/AVC Standard der Moving Picture Expert Group (MPEG) und der zehnte Teil deren MPEG-4 Standard. Dieser wurde von beiden Organisationen gemeinsam entwickelt und können als identisch angesehen werden.²⁰

Einen Großteil seiner Effizienz basiert darauf, dass im Iterframe – Verfahren codiert wird. Welches auf dem Prinzip der Group Of Pictures (GOP) beruht. Das bedeutet, dass nicht jedes Bild einzeln codiert wird, sondern es eine Gruppe von Bildern gibt, die untereinander aufeinander verweisen. Es gibt drei Arten von Bildern: „I-Frames stellen dabei vollwertige Bildinformationen zur Verfügung, P-Frames berechnen nur die Bewegungsunterschiede bestimmter Punkte und B-Frames den zeitlichen Verlauf zwischen P- und P-Frame oder I- und P-Frame.“²¹ Durch die Abhängigkeit der Bilder ist beim Schnitt ein höherer Rechenaufwand erforderlich, um klare Schnitte setzen zu können. Außerdem wird auch die DCT Codierung angewendet²² Eine Besonderheit ist das Objekt basierte Codieren. Dabei wird die Bewegung von Objekten vorausgesagt und nur deren Vektoren codiert, was enorme Datenreduktion zur Folge hat.²³

Der H.264 Codec ist einer der momentan am vielseitigsten einsetzbaren Codecs. So wird er für das Übertragen von Streamingvideos, für BluRays oder für die Übertragung von HDTV verwendet. Er bietet gute Qualität, bei einer vergleichsweise sehr geringen Dateigröße.

Das hervorragende Verhältnis von Größe zur Qualität macht den Codec ideal für eine Kamera wie die GoPro. Diese zeichnet im H.264 Codec mit YCbCr Codierung, einem Chromasubsampling von 4:2:0 und einer Bittiefe von 8 Bit auf. An diesen Einstellungen kann auch nichts geändert werden. Im Standartmodus beträgt der Abstand zwischen zwei I-Frames 15, im Protune Modus nur 8 Bilder, wodurch eine höhere Qualität erreicht werden kann. Zwischen den I-Frames befinden sich ausschließlich P-Frames.²⁴

²⁰ Biebler, 2011: online

²¹ Biebler, 2007: S.78

²² Vgl. Watkinson, 2004: S.288

²³ Ebd.

²⁴ Diese Daten wurde mit MedialInfo ausgelesen. <http://mediaarea.net/de/MedialInfo> Stand: 22.07.2013

„MPEG4 kann sich im eigenen Container *.mp4, oder aber in unterschiedlichen anderen Containerformaten, wie *.avi, *.mov, *.3gp, *.divx, etc. befinden.“²⁵ Im Falle der Go-Pro wird der native MP4 Container verwendet.

2.2.2 ProRes

Der ProRes Codec wurde von Apple entwickelt. Er basiert auf einer Codierung in Intraframes, „[...]dass bedeutet, das jedes Bild unabhängig von jedem anderen Bild codiert und decodiert wird.“²⁶ Als Bildcodierung stehen entweder RGB oder YCbCr²⁷ zur Verfügung.

Die ProRes Familie besteht aus fünf Codecs. Der hochwertigste Codec, ProRes 4444, zeichnet sich durch die höchste, bei ProRes, verfügbare Bitrate von 275 Mbit/s bei 1080p/25 aus. Das Chromasampling ist mit einem 4:4:4 Algorithmus optimal. Die letzte 4 des Namens steht für einen optionalen Alphakanal, wobei ebenfalls für jedes Pixel ein Alphawert zur Verfügung steht. Während die Bildinformationen hier mit bis zu 12 Bit gespeichert werden, können die Alphawerte sogar mit bis zu 16 Bit quantisiert werden.

Die weiteren 4 Codecs sind, sich durch unterschiedlich hohe Bitraten unterscheidende, Varianten von ProRes 422 (HQ). Sie heißen, mit absteigender Bitrate ProRes 422, ProRes 422 (LT) und ProRes422 (Proxy). ProRes (HQ) ist dabei der qualitativ hochwertigste. Bei diesem Codec liegt die Bitrate für 1080p/25 bei 184 Mbit/s. Das Chromasub-sampling der vier Geschwister arbeitet mit einem 4:2:2 Muster und die Bittiefe liegt bei maximal 10 Bit.²⁸

Für die De- und Encodierung von ProRes sind spezielle Encoder nötig. Vor allem auf Windowsplattformen macht das Codieren Probleme, da Apple keinen offiziellen Encoder für Windows bereitstellt, sondern nur einen Decoder. Das kann zu Problemen im Postproduction Workflow führen. Abgesehen davon eignet sich der ProRes Codec durch seine Intraframecodierung und durch seine vergleichsweise hohe Qualität als DI-Codec für die Postproduktion.

In dieser Analyse kommt der ProRes 4444 Codec bei der Aufzeichnung mit der ALEXA zur Anwendung.

²⁵ Biebler, 2007: S.78

²⁶ Original: „[...]meaning that each frame is encoded and decoded independently of any other frame.“

Apple official, 2012: S.4

²⁷ Siehe Punkt 2.4.5

²⁸ Apple official, 2012

2.2.3 DNxHD

Der Codec wurde von Avid entwickelt und ist für die Postproduktion optimiert. Inzwischen wird er aber auch in anderen Bereichen, wie etwa bei der ALEXA schon bei während der Aufnahme, verwendet. DNxHD steht für „Digital Nonlinear Extensible High Definition“

„DNxHD basiert auf dem DCT Verfahren und produziert ausschließlich I-Frames“²⁹ Auch hier wird also, wie bei ProRes, jedes Bild einzeln codiert. Diese Festlegung auf I-Frames verringert zwar die Kompressionsfähigkeit des Videomaterials, macht den Codec aber besser handhabbar für die Postproduktion. So kann jedes Bild klar geschnitten werden, da keine Verknüpfungen mit Nachbarbildern bestehen.

Der DNxHD Codec ist in verschiedenen Qualitätsstufen verfügbar, wobei die jeweilige maximale Bitrate den Codec näher bezeichnet. Manchmal ist statt einer eindeutigen Bitrate auch ein Spielraum angegeben, da die tatsächliche Bitrate auch immer von dem Bildformat und der Framezahl abhängt. „So ist der Datenstrom bei 1080i/25 geringfügig höher als bei 720p/50“³⁰ Hier die Übersicht der verschiedenen Stufen für das für die Untersuchung relevante Abtastformat 1080p/25

Abtastformat	Auflösung	Farbsampling	Bittiefe	Mbit/s	Min/GB
1080p/25	Avid DNxHD 365x	4:4:4	10	367	0.39
1080p/25	Avid DNxHD 185x	4:2:2	10	184	0.78
1080p/25	Avid DNxHD 185	4:2:2	8	184	0.78
1080p/25	Avid DNxHD 120	4:2:2	8	121	1.181
1080p/25	Avid DNxHD 85	4:2:2	8	84	1.713
1080p/25	Avid DNxHD 36	4:2:2	8	36	3.98

Tabelle 2: DNxHD Auflösungen für 1080p/25 (Quelle: Avid official, 2012: S.9)

Die Codecs arbeiten dabei immer mit einer YCbCr Codierung und einem Chromasub-sampling mit 4:2:2 Muster.

Eine Ausnahme davon stellt die DNxHD 444 Variante dar, welche mit RGB und einem Chromasampling von 4:4:4 arbeitet.³¹ Diese ist noch relativ jung und derzeit noch nicht in allen Anwendungen verfügbar.

²⁹ Vogel / Effenberg, 2010: S.45

³⁰ Ebd.

³¹ Avid official, 2012: S.9

Der DNxHD Codec ist ein offener Standard. AVID stellt den Sourcecode, sowie den Codec zur Implementierung für Windows und MAC zur freien Verfügung.³² Der Codec entspricht dem SMPTE VC3 Standard.³³

2.2.4 CineForm

Der CineForm Codec wurde von der gleichnamigen Firma speziell für die Postproduktion entwickelt. Er basiert auf einer Wavelet Transformation, die es erlaubt beim Abspielen auch in geringere Auflösungen zu decodieren und so weniger Prozessorleistung benötigt.³⁴ Auch hier wird im Intraframe Verfahren codiert.

CineForm erlaubt es, Videostreams in unterschiedlicher Auflösung, theoretisch auch größer als 8K, und in verschiedenen Chromasamplings und Bittiefen zu speichern. Zur Verfügung stehen dabei 10 Bit (YUV)4:2:2 YUV, 12 Bit RGB(A) (4:4:4:[4]) und 12 Bit CineForm RAW (4:4:4). Der Codec bietet 5 Qualitätseinstellungen bei einer variablen Bitrate.³⁵

Windows	Mac	Used for	~ File Size* MB/sec GB/hr	
Film Scan 2	Best / 100%	Rigorous post	24	/ 86
Film Scan	Very Good / 75%	Film / HD-DVD	20	/ 72
High	Good / 50%	Film / HD-DVD	16	/ 58
Medium		Light post	12	/ 43
Low		Storage	10	/ 36
* Approximate sizes for 10-bit 1920 x 1080 24p YUV Different frame sizes and frame rates will change rates proportionately				

Abbildung 3: Offizielle Angaben zu den CineForm Qualitätsstufen

(Quelle: <https://cineform.zendesk.com/entries/23268268-Understanding-CineForm-Quality-Settings>)

Eine Besonderheit des CineForm Codecs ist sein Active Metadata Management. Dabei werden Bildveränderungen wie Weißabgleich, Gamma, LUTs usw. als Metadaten im Containerformat abgespeichert und beim Auslesen auf das Originalbild angewendet. So bleibt dieses stets unbearbeitet erhalten, während die Metadaten verändert werden

³² Avid official, 2013: online

³³ Avid official, 2012: S.5

³⁴ CineForm official, 2013a: online

³⁵ CineForm official, 2013b: online

können. Ein weiterer Vorteil ist, dass Veränderungen in Echtzeit vorgenommen und nicht gerendert werden müssen.³⁶

Als Containerformate für den CineFrom Codec dienen MOV sowie AVI.³⁷

2.3 Der Postproduction Workflow

In diesem Punkt wird der Versuchsaufbau, der später analysierten Workflows, vorgestellt. Hierbei werden die einzelnen Arbeitsschritte und die verwendeten Programme betrachtet, sowie die Vorgehensweise erläutert.

Der Workflow soll folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Exemplarischer Charakter, soweit möglich
- Orientierung an der „Technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF Ausgabe Oktober 2011“ des Instituts für Rundfunktechnik (IRT)
- Qualitativ höchstmöglicher Workflow für TV
- Konzentration auf das Wesentliche: Verhalten des GoPro Materials.

Erwähnt werden sollte außerdem, dass es sich zu 100% um einen digitalen, filebasierten Workflow handelt.

Man kann sagen, dass der Arbeitsablauf in der Postproduktion grundsätzlich die gleichen Arbeitsschritte enthält, egal, ob für die Werbung, das Fernsehen oder das Kino produziert wird, „[...]von Aquise über Schnitt und Farbkorrektur bis hin zum Master“³⁸

Obwohl die elementaren Arbeitsschritte oft dieselben sind, hat jedes Projekt doch einen sehr eigenen Workflow, wenn es ins Detail geht, „es gibt nicht *den* filebasierten Workflow [...]“³⁹. Bei der Konzipierung spielen vor allem das Budget, das verwendete Material (der Codec), die zur Verfügung stehenden Programme und das gewünschte Endprodukt eine Rolle.

³⁶ CineFrom official, 2013c: online

³⁷ CineFrom official, 2013b: online

³⁸ Vogel / Effenberg, 2010: S.204

³⁹ Ebd.

Für das Ziel, als Beispiel dienen zu können, werden einige der gängigsten Programme zur Bearbeitung gewählt. So soll gewährleistet werden, dass sich Kollegen, trotz möglicher Abweichungen im Einzelfall, an diesem Beispiel orientieren können.

Die Idee ist, einen Workflow für eine durchschnittliche deutsche fiktionale TV-Serien Produktion als Grundlage zu nehmen. Dort ist die qualitative Anforderung für den Fernsehbereich am höchsten, im Gegensatz zu EB-Beiträgen, oder Reality Soaps. „Besonders „High Quality“ Workflows für szenische [...] Produktionen [...] werden außerhalb der Mainstream-Plattform in einer qualitativ anspruchsvollen Umgebung erstellt.“⁴⁰ Weiterhin wird Wert auf eine niedrige Generationenzahl und die Verwendung „[...]keine[r] oder ausschließlich moderater Videokompression [...]“⁴¹ gelegt.

Um die Untersuchung auf das Wesentliche, nämlich das Verhalten und den Umgang mit dem Material der GoPro zu konzentrieren, werden Audio, Effekte, Blenden und Titel vernachlässigt. Dem wird die Anforderung einen TV-Serien-Workflows als Grundlage zu verwenden, in dem diese Elemente womöglich vorkommen, untergeordnet. Bei der Gestaltung dieses Workflows spielten die Erfahrungen des Autors, sowie Erfahrungsberichte eine Rolle.⁴²

Als Aquisecodec der ALEXA wird ProRes 4444 dienen. Die ProRes – Codecfamilie ist von Beginn an als Standard in der ALEXA implementiert und bietet so die höchste Aufzeichnungssicherheit, im Gegensatz zur relativ neuen Möglichkeit in DNxHD aufzuzeichnen. Außerdem kann so 4:4:4 Qualität im Chromasampling erreicht werden. Gegen eine Aufzeichnung in ARRI RAW spricht der erhöhte Aufwand in der Postproduktion.

„Aufgrund gestalterischer Aspekte wird für die szenische Produktion vorzugsweise das Abtastformat 1080p/25 verwendet.“⁴³ Da das bandlose Arbeiten in Zukunft auch in der Anlieferung von Programmbeiträgen immer mehr an Bedeutung gewinnen wird, orientiert sich auch diese Analyse daran. Demzufolge wird der Master auch auf einem File basieren. „Für die Anlieferung mittels eines bandlosen Speichermediums wird das Fileformat MXF festgelegt.“⁴⁴ Hinsichtlich der Kompressionsformate lässt die Richtlinie einigen Spielraum. Mit Blick auf den Workflow wird hier jedoch auf den DNxHD Codec

40 Institut für Rundfunktechnik (IRT), 2011:S.14

41 Ebd.

42 Erfahrungsberichte aus Vogel / Effenberg, 2010: S.196ff | Schaller, 2012: S. 37ff

43 Institut für Rundfunktechnik (IRT), 2011: S.12

44 Institut für Rundfunktechnik (IRT), 2011: S.19

gesetzt, für den ein Chromasubsampling von 4:2:2 sowie 175/185 Mbit/s mit 10 oder 8 Bit gefordert sind.

Auf der Grundlage der „Technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF Ausgabe Oktober 2011“ muss gleich zu Beginn darauf hingewiesen werden, dass die GoPro theoretisch nicht für die Produktion von HD Beiträgen zugelassen ist. Dort heißt es: „Im Kontext von HD-Programmbeiträgen werden die folgenden Formate als SD betrachtet: [...] c) Kameras mit Bildsensoren unter 1/2-Zoll, [...] e) Inter-Frame (GOP, Kodierung über mehrere Vollbilder) basierte Aufzeichnungsformate unter 50 Mbit/s, [...]“⁴⁵ Die GoPro erreicht beide Grenzen nicht. Dabei spielt es keine Rolle, dass das Aufzeichnungsformat 1080p/25 und somit Full-HD ist. Dennoch gibt es Ausnahmeregeln, die den begrenzten Gebrauch von SD-Material auch innerhalb eines HD-Programmbeitrages ermöglichen.

Um den besten Arbeitsweg mit GoPro Material zu finden, werden drei verschiedene Workflows untersucht. Die verwendeten Programme und die Arbeitsabläufe bleiben stets dieselben. Jedoch werden sich die Transcodierungen und deren Zeitpunkt ändern wobei folgende drei Varianten analysiert werden:

AMA-Workflow

Hier wird das Original- bzw. das in einem ersten Schritt zum CineForm Codec gewandelte Material⁴⁶ über die Avid Media Access (AMA) Funktion mit der Schnittsoftware verlinkt. So wird direkt mit den aus der Kamera stammenden bzw. gewandelten Dateien gearbeitet.

Das Farbkorrekturprogramm wird ebenfalls auf die originalen und vorab gewandelten Files zugreifen. Nach der Farbkorrektur wird dieses Material in den DNxHD185X Codec gerendert und so auch in den Mastering Prozess überführt. Dieser Workflow bietet den Vorteil, dass kein Transcodieren vor dem Schnitt nötig ist und sofort mit der Arbeit begonnen werden kann. Das Material bleibt übersichtlich, da keine durch Transcodings entstehenden Datenmengen anfallen.

⁴⁵ Institut für Rundfunktechnik (IRT), 2011: S.13

⁴⁶ Siehe 2.3.2

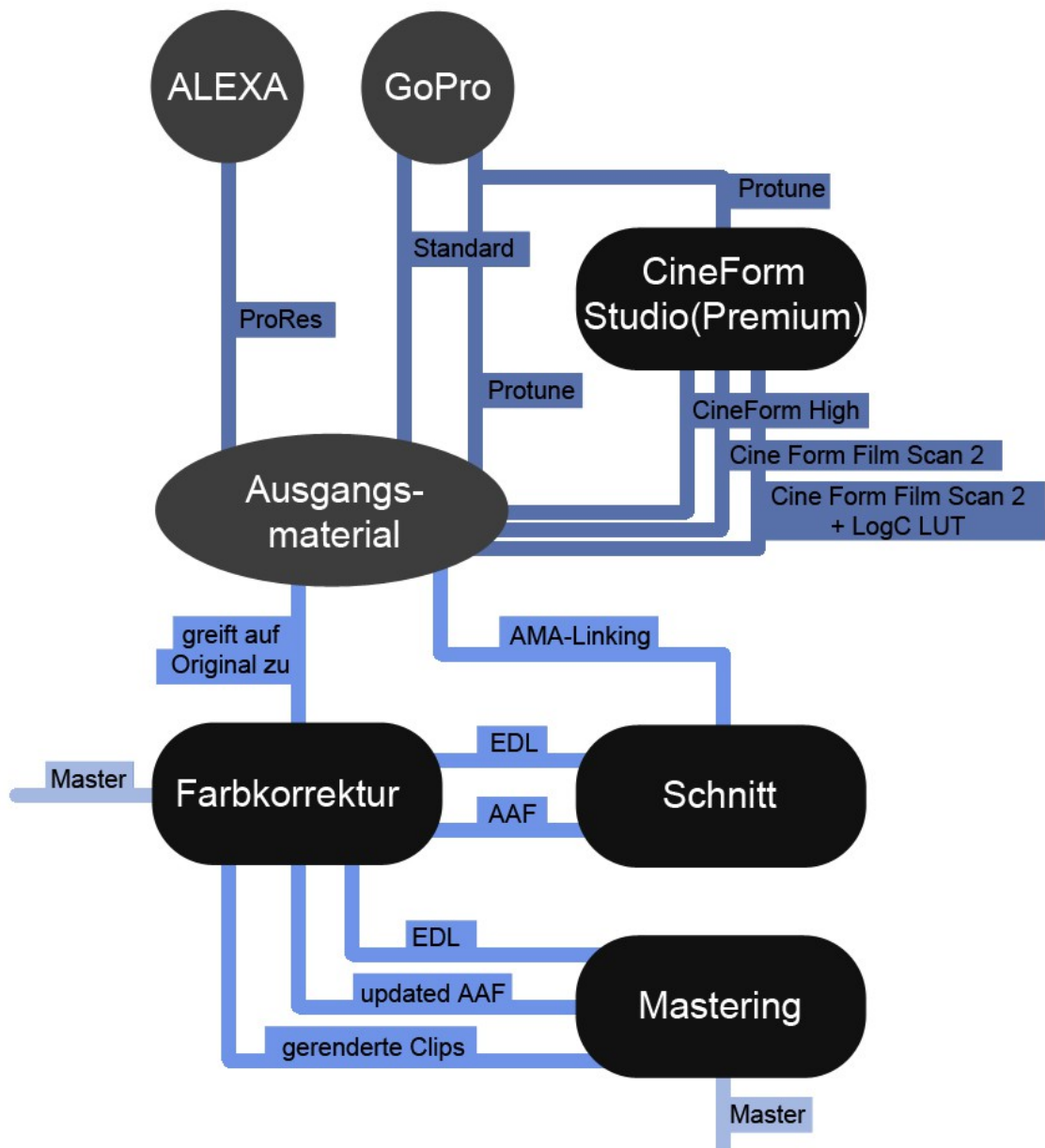


Abbildung 4: geplanter AMA-Workflow Diagramm (Quelle: Eigene)

DNxHD185X-Workflow

In diesem Fall wird das Material vor dem Schnitt beim Import in die Schnittsoftware in den Online-Codec DNxHD185X gewandelt und auch mit diesem editiert.

Das Farbkorrekturprogramm greift ebenfalls auf diese transcodierten Files zu und rendert nach Abschluss der Farbkorrektur wieder in diesen Codec.

Hier ist der Vorteil, dass vor Bearbeitung ein gemeinsamer Codec für alle Quellmaterialien festgelegt wird und dieser dann auch den ganzen Workflow durch erhalten bleibt. Ein weiteres Transcodieren ist somit nicht nötig. Als Nachteil kann die Qualitätsminderung des ALEXA Materials angesehen werden.

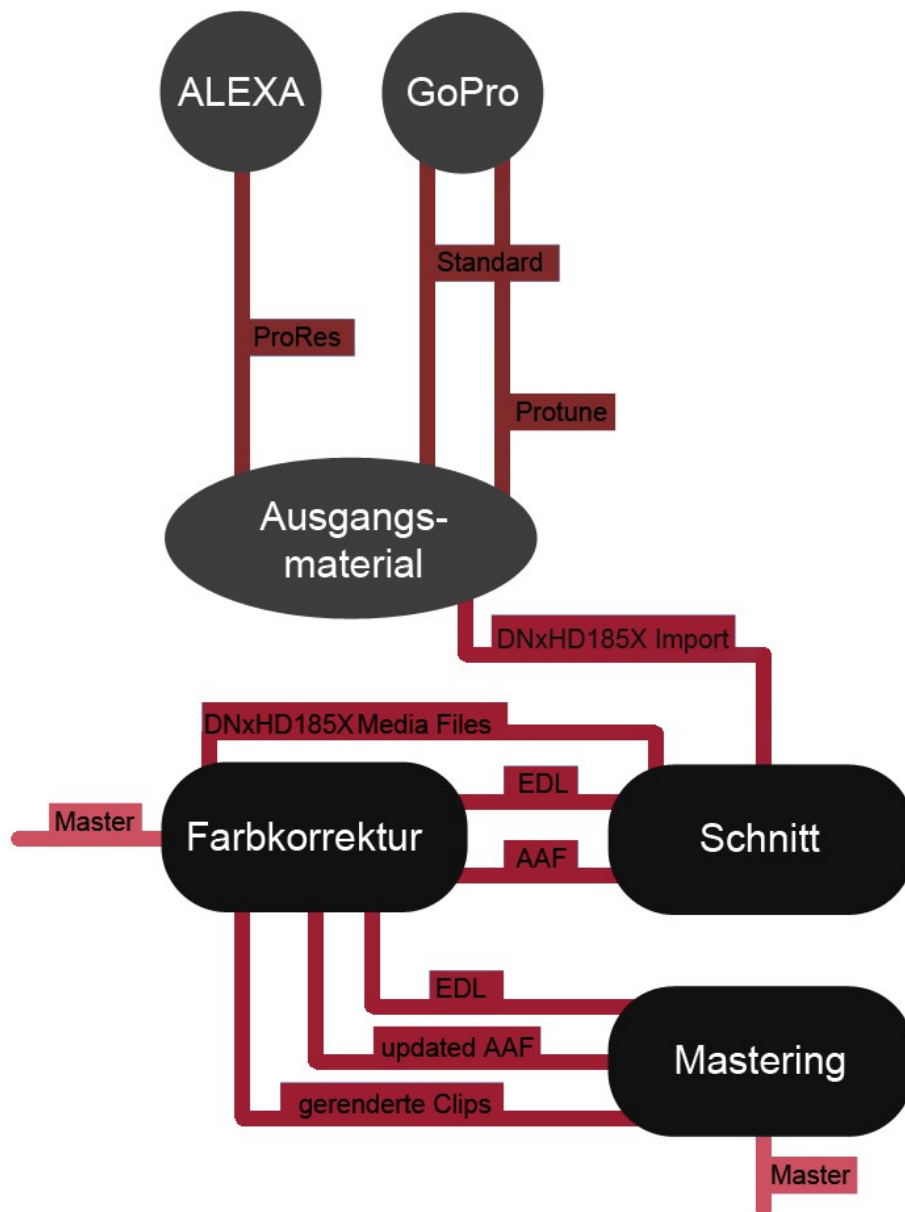


Abbildung 5: geplanter DNxHD185X -Workflow Diagramm (Quelle: Eigene)

Offline-Workflow

Bei diesem sogenannten Offline-Workflow werden die Originalfiles beim Import in die Schnittsoftware in den Offline-Codec DNxHD36 gewandelt und so geschnitten. Offline bezieht sich dabei auf den Schnitt mit einer qualitativ schlechteren Version um Rechenkapazitäten zu sparen. Das ist möglich, da für den Schnitt nicht die Bildqualität entscheidend ist.

Das Farbkorrekturprogramm wird jedoch später auf die Original- oder vorab gewandelten Files zugreifen, das sogenannte Online Material, dass dafür wieder zur Verfügung

gestellt werden muss. Dies wird als Onlining bezeichnet. Für das Mastering werden wie bei den beiden anderen Workflow-Varianten Files in DNxHD 185 X ausgegeben.

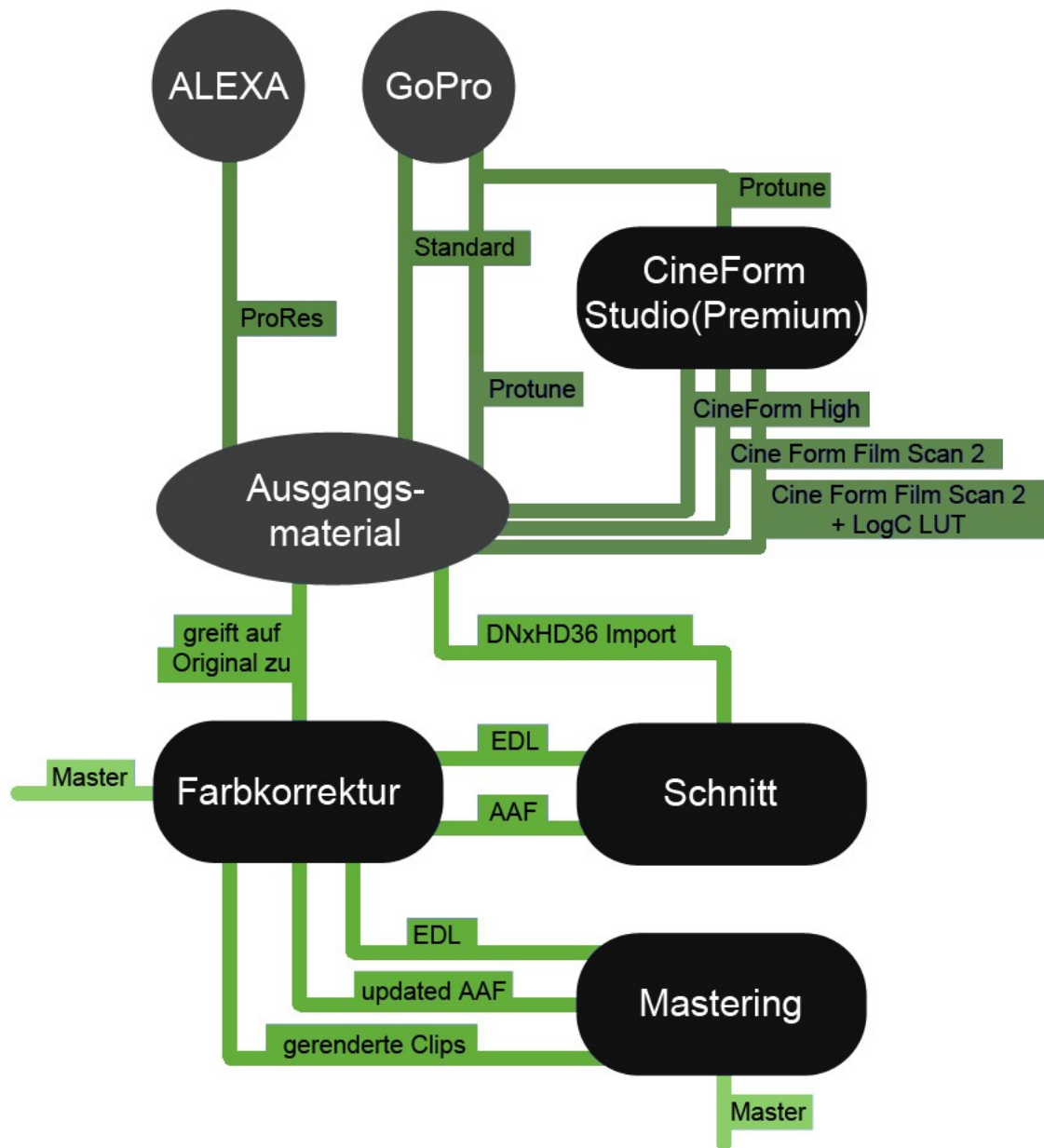


Abbildung 6: geplanter Offline-Workflow Diagramm (Quelle: Eigene)

Die Arbeit erfolgt ausnahmslos an Workstations mit den Betriebssystemen Windows (Windows 7) und Linux (CentOS). Die genauen Daten zu Soft- und Hardware sind in den Anlagen zu finden.

Mit Blick auf den Aquisecodec ProRes der ALEXA wäre es idealer, diesen Codec, zumindest für das ALEXA Material, über den gesamten Workflow beizubehalten. Jedoch konnte aus praktischen Gründen kein Mac-basierter Workflow zusammengestellt werden, mit dem dies problemlos möglich wäre, und auch eine Aufnahme direkt in DNxHD

war nicht realisierbar. Damit muss jedes Material mindestens einmal transcodiert werden. Dies entspricht zwar nicht dem Optimum, spiegelt aber durchaus Zwänge aus dem realen Produktionsalltag wieder, weshalb es der Praxistauglichkeit dieser Analyse nicht entgegensteht.

2.3.1 Quality-Check

Die Postproduktion beginnt mit der Anlieferung des gedrehten Materials. Oft erfolgt dieser Prozess parallel zu den noch laufenden Dreharbeiten, so wird am Ende jeden Tages das neue Material angeliefert. Daher auch der oft verwendete Begriff „Dailies“. Die Aufgabe der Postproduktionscrew besteht nun erst einmal im Quality-Check. Letztendlich ist es eine erste Sichtung. Der Schwerpunkt liegt darauf, grobe Fehler im Filmmaterial zu identifizieren. Dazu gehören technische Fehler, wie extreme Über- und Unterbelichtung, Pixelfehler, extreme Fehler beim Weißabgleich und ähnliches. Aber auch inhaltliche Bildfehler, wie etwa ungewollte Spiegelungen, Mikrofon oder Crew im Bild. Die Prüfung erfolgt deshalb zeitnah zum Dreh, damit im Notfall ohne größere Verzögerungen die Szene nachgedreht werden kann und Fehler womöglich noch im geplanten Drehzeitraum korrigiert werden können.

Dieser Arbeitsschritt ist nicht Teil dieser Analyse, denn im Wesentlichen geht es hier darum, durch bloßes Betrachten des Bildes Bildfehler zu erkennen. Dafür ist lediglich ein Player, der das gewünschte Format wiedergibt nötig und keine professionelle Software oder Hardware. Da in diesem Arbeitsschritt auch keine Veränderungen am Material vorgenommen werden, ist es nicht nötig, die Analyse auf diesen Punkt auszudehnen. Der Vollständigkeit halber ist er dennoch hier aufgeführt.

2.3.2 Bearbeitung GoPro Material – CineForm Studio

GoPro bietet zusammen mit seiner Tochterfirma CineForm eine Postproduktions-Software an, das CineForm Studio, mit der GoPro Material gewandelt, bearbeitet und geschnitten werden kann. Um zu untersuchen, ob dieses Tool auch für den professionellen Einsatz Vorteile bringt, werden verschiedene Versionen des GoPro Materials, einmal mit CineForm Studio Bearbeitung, einmal ohne, im Workflow getestet.

Dabei kommen die in CineForm gewandelten Files im AMA- und im Offline-Workflow zum Einsatz. In der DNxHD185X Variante macht dies keinen Sinn, da hier die Idee ist, alle Dateien in denselben Codec (DNxHD185X) zu wandeln und den Codec den gesamten Workflow über beizubehalten.

Die Bearbeitung mit CineForm Studio würde dabei nach dem ersten Quality-Check stattfinden, da es bereits ein codec-verändernder Prozess ist, der sich unter Umständen auch auf die Bildqualität auswirken kann. Somit sollte ein solcher Schritt erst nach dem Sichten des Originalmaterials erledigt werden.

Obwohl mit CineForm Studio auch geschnitten werden kann, wird das Programm hier lediglich zur Wandlung und zur Bildbearbeitung genutzt und die entsprechenden Dateien danach wieder dem ursprünglichen Workflow zugeführt. Geschnitten werden alle drei Testmaterialien zusammen in einem späteren Schritt, da ja gerade ihr Zusammenspiel untersucht werden soll. Mit der Wandlung in CineForm Studio wird lediglich untersucht, ob das Material der GoPro auf eine bessere Ausgangsbasis für den restlichen Workflow gebracht werden kann. Zum einen wird der Codec in zwei Varianten des CineForm Codecs gewandelt. In einem weiteren Schritt, wird auch ein Farbprofil auf das GoPro Material angewendet, um zu prüfen, ob sich das bei der Farbkorrektur als Vorteil herausstellt.

Die Software ist in den drei Versionen „Studio“, „Studio Premium“ und „Studio Professional“ verfügbar. Während die Basisversion kostenlos bereit steht, kostet die Premium Version 300\$, die Professional Version 1000\$. Die Professional Version ist für diese Untersuchung ohne Bedeutung, da sie vor allem Erweiterungen für den 3D Workflow bietet.⁴⁷ Interessant ist jedoch die ab der Premium Version vorhandene Möglichkeit in zwei weitere, höherwertigere Qualitätsstufen wandeln zu können.

Um die Vorteile beider Programmversionen „Studio“ und „Studio Premium“ zu untersuchen, wird Material mit beiden Ausführungen gewandelt und in den Workflow integriert. So wird sich zeigen, ob sich eine Investition in die kostenpflichtige Software lohnen würde.

Analyseschwerpunkte

- Wie kann der Codec umgewandelt werden?
- Welche Farbanpassungen können vorgenommen werden?

2.3.3 Schnitt – Media Composer

Der Schnitt ist ein zentraler Punkt in der Postproduktionsphase. Hier werden die einzelnen Clips zu einem inhaltlichen und gestalterischen Konzept montiert.

⁴⁷ CineForm official, 2013d: online

Je nach Workflow-Variante werden die Files in das Schnittprogramm geladen, zu einer Testsequenz verschnitten und anschließend für den Export in das Farbkorrektursystem vorbereitet. Dabei wird sowohl die Möglichkeit eines Exports mittels EDL⁴⁸, als auch mit einer AAF-Datei⁴⁹ untersucht.

Das Ziel hierbei ist eine Testsequenz zu erstellen, die sowohl die Spiel-Aufnahmen, als auch Testcharts der ALEXA und jeder Version des GoPro Materials enthält.

Bei diesem Schritt ist darauf zu achten, dass die Workstation mit einer ausreichend hohen Rechenkapazität ausgestattet ist, sowie im Idealfall zwei Arbeitsbildschirme, und ein Monitor zur Verfügung stehen.

Avid Media Composer

In diesem Arbeitsschritt wird das Non Linear Editing (NLE) Tool Media Composer (MC) der Firma Avid verwendet. Der Avid Media Composer ist eines der meistgenutzten und hoch entwickeltesten Schnittprogramme weltweit. Er beherrscht eine Vielzahl von Codecs und Bildformaten sowie deren Wandlung. Auch einfache Effekte wie Speedups, oder Flip Flops können hiermit durchgeführt werden, ebenso das Einfügen von Titeln. Durch die weite Verbreitung ist er geeignet, um als Beispiel in diesem Workflow zu dienen.

Analyseschwerpunkte

- Wie verhält sich das GoPro Material beim Transcoding im Media Composer?
- Ist eine Verlinkung auf GoPro Material mit AMA möglich?
- Wie wirken beide Materialien beim Schnitt zusammen?
- Gibt es Besonderheiten beim Erstellen der EDL/AAF?

2.3.4 Conforming – Baselight / Media Composer

Nachdem der Schnitt abgeschlossen ist, wird die Sequenz für den Transport zur weiteren Verarbeitung, in diesem Beispiel an das Farbkorrektursystem Baselight, vorbereitet. Dazu wird eine EDL, oder eine AAF erstellt. Beides sind Verfahren, um die Sequenz auf ein anderes System zu übertragen.⁵⁰

48 Siehe Punkt 2.4.2

49 Siehe Punkt 2.4.3

50 Siehe Punkt 2.4.2f

Dort gibt es verschiedene Wege, das Material wieder zu conformen. Das bedeutet, die Sequenz wieder vollständig an einem anderen System laden zu können. Womöglich sogar von einer anderen Quelle. Diese verschiedenen Möglichkeiten werden an anderer Stelle dieser Untersuchung erläutert.

Ist die Sequenz wieder online, kann mit der Farbkorrektur begonnen werden.

Analyseschwerpunkte

- Ist ein Conformen einer Sequenz mit verschiedenem Quellmaterial möglich?
- Funktionieren alle drei angestrebten Workflow-Varianten?

2.3.5 Farbkorrektur – Baselight

Die Farbkorrektur ist aus gestalterischer Sicht ein weiterer sehr wichtiger Prozess. Zuerst werden hier mögliche Bildfehler hinsichtlich Über- und Unterbelichtung oder Weißabgleich ausgeglichen und die Bilder untereinander auf ein einheitliches Level gebracht, damit beim Sehen nicht der Eindruck von Sprüngen entsteht. Je besser beim Dreh selbst gearbeitet wurde, umso weniger Arbeit hat der Colorist an diesem Punkt.

Hier gibt es mehrere Möglichkeiten, wie mit dem LogC Material verfahren wird. Der Colorist kann entweder einen Look Up Table (LUT), also eine Art Preset anwenden, welches das ALEXA Material automatisch in das Rec.709 Level umwandelt und er dann von diesem Punkt aus weiterarbeiten kann, oder er bearbeitet das Material ohne LUT. Sollte eine LUT angewendet werden, muss dies auch beim Rendern des Materials eingestellt werden.

Ein weiterer spezieller Punkt in diesem Beispiel ist das Angleichen der Bilder untereinander. Das findet zwar ohnehin statt, jedoch gibt es nun zwei verschiedene Kameratypen. Es kann zwar sein, dass ein Unterschied im Bildmaterial gewollt ist und die GoPro vielleicht gerade deshalb verwendet wurde. Jedoch ist oft auch ein einheitliches Bild gewünscht. Über die Möglichkeiten, die verschiedenen Quellmaterialien anzugleichen, wird in dieser Untersuchung aber keine Aussage getroffen, denn dies hängt vor allem von den Bedingungen beim Dreh, dem gewünschten Look, der Referenzkamera und am Ende auch von jedem einzelnen Bild ab. Somit ist es nicht möglich darüber eine generelle Aussage zu formulieren.

Im zweiten Schritt kann nun an kreativen Elementen gearbeitet werden, wie etwa durch Helligkeit und Unschärfe Akzente setzen, oder einen farbigen Look kreieren.

Für die Farbkorrektur sind neben einer geeigneten Workstation auch die räumlichen Gegebenheiten entscheidend. So sollte die Farbkorrektur in einem Raum mit möglichst wenig reflektierenden Gegenständen und mit einem eingemessenen Klasse 1 Monitor stattfinden. Bei der Korrektur gibt es ein spezielles Referenzweiß, um die richtige Lichtatmosphäre zu gewährleisten. Auch Bildmessinstrumente, wie ein Vektorskope und ein Waveformmonitor sind nötig, um das Bild auf sein Signal hin beurteilen zu können. So kann schon bei der Farbkorrektur darauf geachtet werden, dass sich die Farben in der fürs Fernsehen notwendigen Legal-Range⁵¹ befinden. Durch ein Anpassen in der Farbkorrektur können spätere Farbveränderungen durch Umwandlungen vermieden werden.

Am Ende wird das Material im gewünschten Codec ausgespielt und an den Mastering Prozess übergeben.

In der Analyse spielt vor allem das Conforming (auch Onlining) eine Rolle. Hier geht es darum, wie das aus dem Schnitt kommende Material in das Farbkorrektursystem geladen wird. Am Ende soll die Sequenz 1:1 der entsprechen, die im Schnitt abgenommen wurde und auch alle Clips müssen „online“ sein, also als Media-File vorliegen, damit sie bearbeitet werden können.

Das Verhalten der Testfiles in der Farbkorrektur wird in den Punkten 3.7 und 3.8 näher beleuchtet.

Baselight

Baselight ist ein Farbkorrektur und Mastering System der Firma FilmLight. Dabei wird das komplette System, also Server, Rechner und das Bedienfeld zur Verfügung gestellt. Das System arbeitet auf der Linux-Distribution CentOS. Unterstützt wird es von dem Farbmanagement System Truelight, dass für eine korrekte Farbwiedergabe und Transformation zwischen Farbräumen sorgt. Baselight unterstützt alle gängigen Codecs und Fileformate sowie die Austauschformate EDL, AAF und XML.⁵²

Baselight zählt zu den professionellsten Systemen, die es in dieser Richtung gibt und ist weltweit für Werbung, Kino, Fernsehen, Musikvideos usw. im Einsatz.

Analyseschwerpunkte

- Ist ein problemloses Conformen des GoPro Materials der unterschiedlichen Workflow-Varianten möglich?

⁵¹ Siehe Punkt 2.4.1

⁵² FilmLight official, 2012

- Wie verhält sich das GoPro Material bei der Bildbearbeitung?
- Welcher Spielraum besteht bei der Farbkorrektur?
- Wo liegen qualitative Unterschiede zum Material der ALEXA?
- Wie verhält sich das GoPro Material beim Rendern der fertig colorierten Sequenz?
- Ergeben sich Besonderheiten durch das Zusammenspiel der beiden Materialien?

2.3.6 Mastering – Baselight/ Symphony

Mastering beschreibt das abschließende Anlegen von Effekten und Titeln. Die aus der Tonabteilung kommende bearbeitete Tonspur wird angelegt und es kann ein Mixdown angefertigt werden, der aus den einzelnen Schnitten und Effekten jeweils eine Bildspur und je nach Format mehrere Tonspuren macht. Liegen die Mixdowns vor, kann das Ergebnis auf Band ausgespielt oder in eine Master-File exportiert werden. Das Anlegen von Ton und Effekten wird, wie bereits erläutert, in dieser Analyse außer Acht gelassen.

Sollte bei der Farbkorrektur noch nicht auf das Einhalten der Legal-Range geachtet worden sein, kann dies auch während des Mastering mit Filtern, oder beim Ausspielen auf Band mittels Hardware-Legalizer geschehen. Dabei sollte bedacht werden, dass ein nachträgliches Legalisieren zu Unterschieden im Bild, im Vergleich zu dem in der Farbkorrektur abgenommenen Bild, führen kann. Deshalb sollte schon in der Farbkorrektur auf die Norm geachtet werden.

Für diese Analyse werden zwei Mastering-Varianten durchgespielt. Zuerst wird direkt aus dem Baselight eine fertige Sequenz im Zielformat exportiert. In der zweiten Variante wird nochmals an der Symphony conformt und die Mastersequenz von dort ausgespielt.

Zielformat ist DNxHD185X im MXF Container gemäß der „Technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF Ausgabe Oktober 2011“

Es sei hier außerdem angemerkt, dass die Avid Symphony ursprünglich kein Mastering System ist. Sie ist vielmehr eine erweiterte Version des Media Composers, welche sich durch die umfangreicheren Tools zur Farbkorrektur auszeichnet. Sie ist also für den

Schnitt und die Farbkorrektur ausgelegt. Dennoch kommt es in der Praxis vor, dass der letzte Arbeitsschritt doch am Media Composer oder der Symphony durchgeführt wird. Dies hat mit den zur Verfügung stehenden Programmen, aber vor allem auch dem Budget der Produktion zu tun. Das Verhalten der Symphony in diesem Test kann ohne Bedenken auf den Media Composer übertragen werden, da sie bis auf die Erweiterungen im Farbkorrekturbereich mit diesem identisch ist.

Analyseschwerpunkte

- Funktioniert das Onlinen in der Symphony mit beiden Materialien aller Workflow-Varianten?
- Gibt es Probleme/Besonderheiten beim Erstellen des Mixdowns?

2.4 Weitere technische Grundlagen

Im Folgenden werden für den Workflow und die Analyse wichtige technische Grundlagen erläutert.

2.4.1 Full und Legal Range

Im standardisierten Fernsehsignal gibt es einen Head- und Feetroom. Das bedeutet, dass nicht das komplette Signal für Bildinformationen genutzt wird, sondern nur ein definierter Teil, sozusagen in der „Mitte“ des Signals. „[...] Am oberen und unteren Ende der Pegelbereiche [werden] einige Quantisierungsstufen als Übersteuerungsschutz vorgehalten.“⁵³

Dieses Vorgehen stammt noch aus Zeiten des Analogen Fernseh-Signals und ist in der Norm ITU-R Rec.601⁵⁴ festgehalten. Die Spitzen beziehen sich dabei auf Spannungsspitzen, die möglich waren und deren Auswirkungen mit dem Puffer abgedämpft oder vermieden werden konnten.

Mit der Einführung der Norm ITU-R Rec.709⁵⁵ für High Definition TV wurde dieser Standard beibehalten.

In der Norm ist festgelegt, dass bei einem digitalen 8 Bit Signal (256 Werte) die Codewörter 16 bis 235 für Helligkeitsinformationen und 16 bis 240 für Farbinformationen zur

⁵³ Reimers, 2008: S.26

⁵⁴ Vgl. ITU-R (2011)

⁵⁵ Vgl. ITU-R (2002)

Verfügung stehen. „Die Werte 255 und 0 sind ausschließlich für die Codierung der Synchronsignale reserviert.“⁵⁶ Bei einem 10 Bit Signal (1024 Werte) ist die unterste Grenze 64 und die obere 940 für Helligkeit und 960 für Farbe. Der erste und letzte Wert sind ebenso für die Markierung des aktiven Bildes reserviert.

Ein Signal, dass den Anforderungen der Rec.709 Norm entspricht wird als Legal-Range-Signal bezeichnet. Für die TV-Auswertung muss das Signal mit dieser Norm konform sein.

Im Gegenzug dazu bewegt sich ein Signal, dass die gesamte Bandbreite des Signals nutzt und keinen Puffer lässt, in der sogenannten Full-Range. Werden Signale beim Dreh in der Full-Range aufgezeichnet, muss während des Postproduktionsprozesses eine Transformation zur Legal-Range stattfinden.

Dabei gibt es entweder die Möglichkeit alle Werte unter und über den Legal-Range-Grenzen zu clippen, also einfach abzuschneiden, oder die Werte werden mit einem Algorithmus zusammengestaucht.

In der „Technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF Ausgabe Oktober 2011“ steht dazu: „Bei Programmmaterial, das für [...] die Sendung verwendet wird, darf der nominale Videopegel nur kurzzeitig* über den in [...] ITU-R BT.709 für HD festgelegten gültigen Signalpegel sein.“⁵⁷

2.4.2 Das AAF Austauschformat

Das Advanced Authoring Format (AAF) wurde von der Advanced Media Workflow Association entwickelt. „AAF ist ein von der Industrie unterstütztes, plattformübergreifendes Dateiformat, dass es erlaubt Daten zwischen Multimedia-Bearbeitungs-Programmen auszutauschen.“⁵⁸ Dabei werden sogenannte Essenz- und Meta-Daten unterschieden. Essenz-Daten sind die reinen Media Daten. Meta-Daten beschreiben diese; zum Beispiel mit Dauer, Position in einer Sequenz oder darauf angewandten Effekten.

Das Format ist Objekt basiert. Das heißt für bestimmte Daten, oder Beschreibungen gibt es innerhalb des AAF- Files verschiedene Objekte. Dies hilft, auch einen komplexen Austausch zu strukturieren.

⁵⁶ Reimers, 2008: S.26

⁵⁷ Institut für Rundfunktechnik (IRT), 2011: S.48; unterstrichen, kursiv und mit Sternchen entspricht der Originalformatierung und verweist auf neuere Hinweise zum Thema „kurzzeitig“

⁵⁸ Original: „AAF is an industry-driven, cross-platform, file format that allows the interchange of data between multimedia authoring tools.“ Gilmer, 2002: S.1

Das AAF Format ist nicht im Klartext lesbar, kann also nur über spezielle Programme geöffnet werden.

2.4.3 Das EDL Austauschformat

EDL steht für Edit Decision List. Sie dient zur Übertragung von Sequenzen zwischen zwei Arbeitsstationen. Listen dieser Art gab es bereits im linearen Schnitt, wo sie auch von Hand angefertigt wurden. Heute können sie oft von digitalen NLE Systemen für Sequenzen automatisch erstellt werden.

Sie enthalten Bildnummern und die In- und Out-Timecodes des Quellmaterials, sowie die In- und Out- Timecodes für die Zielsequenz.⁵⁹ „Die Vielfalt der aus einer EDL zu entnehmenden Daten ist beschränkt, aber der Grundgedanke, anwendungsunabhängig eine genaue Schnittliste als Referenz erstellen zu lassen, ist bis heute geblieben.“⁶⁰

Es gibt verschiedene Formate, in denen EDLs erstellt werden können. Deshalb ist es wichtig zu wissen, welche Formate von den Programmen unterstützt werden, die im geplanten Workflow vorkommen.

„Die meisten EDLs sind einfach ASCII Dateien, das heißt Dateien, die alphanumerische Zeichen enthalten, oder 'text-only'“⁶¹ Deshalb können EDLs meist auch mit einem einfachen Texteditor angeschaut und bearbeitet werden.

2.4.4 Das MXF Format

Das Material Exchange Format wurde von der EBU, Pro-MPEG und der AAF Association entwickelt⁶² und ist, wie der Name schon zeigt ein Austauschformat. Es soll „[...] eine einfache Möglichkeit bereithalten, format-, kompressions- und plattformunabhängig audiovisuelle Inhalte inklusive Metadaten mittels IT-Technologie zu verbreiten.“⁶³ MXF ist eng verwandt mit dem objektorientierten Modell des AAF Formats, kann jedoch nicht auf externe Mediendaten verweisen: „MXF ist in sich abgeschlossen und hält den kompletten Inhalt ohne externes Material zu benötigen.“⁶⁴ Das ursprüngliche Anliegen war ein Format zu schaffen, dass für den Transport und Streaming geeignet

⁵⁹ Brooks, 1995: online

⁶⁰ Heyna / Briede / Schmidt, 2003: S.157

⁶¹ Original: „Most EDLs are simple ASCII files, that is, files containing alphanumeric characters, or 'text-only'“ Ebd.

⁶² Pro-MPEG official, [o.J.]: online

⁶³ Heyna / Briede / Schmidt, 2003: S.163

⁶⁴ Original: „MXF is self-contained, holding complete content without need of external material.“ Pro-MPEG official, [o.J.]: online

ist. „Ein besonderer Vorteil: Die MXF-Files können schon während eines noch laufenden File-Transfers geöffnet und benutzt werden [...]“⁶⁵ MXF als Bearbeitungsformat zu verwenden, war nicht vorgesehen.⁶⁶ Inzwischen arbeitet jedoch zum Beispiel der Media Composer nativ mit MXF Dateien. In dieser Analyse spielt MXF außerdem als Zielformat eine Rolle.

2.4.5 RGB und YCbCr Encoding

RGB und YCbCr beschreiben zwei verschiedene Varianten ein Videosignal zu codieren. Die Ursprünge liegen dabei bereits im analogen Videosignal. Mit der Einführung des digitalen Fernsehens wurden sie jedoch beibehalten, da sie unterschiedliche Vorteile bieten.

Beim RGB Signal gibt es drei einzelne Signale, jeweils für die drei Grundfarben der additiven Farbmischung: Rot, Grün und Blau. „Drei Signale R, G und B müssen zum Bildschirm übertragen werden, der drei Bilder erzeugt, die übereinandergelagert werden müssen, um ein Farbbild zu erhalten.“⁶⁷

Das YCbCr-Signal wird auch als Komponenten-Signal bezeichnet. Es besteht aus einem Signal für die Luminanz Y und den zwei Farbdifferenzsignalen Cb und Cr. „Das Leuchtdichtesignal wird in Bezug zur Helligkeitswahrnehmung des menschlichen Auges gebildet [...]“⁶⁸ Die ist bei der Farbe Grün am größten. Zusammen mit den Faktoren für Rot und Blau kann das Leuchtdichtesignal wie folgt aus dem RGB Signal errechnet werden:

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B.$$

Die Farbdifferenzsignale ergeben sich durch $Cb = (B - Y)$ und $Cr = (R - Y)$.

Diese Trennung nach Luminanz und Farben macht es möglich, die Farbsignale unabhängig vom Helligkeitssignal zu modifizieren. Dadurch wird die Bandbreite reduziert.⁶⁹

⁶⁵ Egbers, 2007: S.71

⁶⁶ Pro-MPEG official, [o.J.]: online

⁶⁷ Original: „Three signals, R, G and B, must be transmitted to the display, which produces three images that must be superimposed to obtain a colour picture.“ Watkinson, 2008: S.80

⁶⁸ Schmidt, 2002: S.103

⁶⁹ Siehe Punkt 2.4.6

2.4.6 Chromasampling

Das Chromasampling beschreibt die Abtastrate der Farbwerte eines Signals. Dass diese beiden Werte unterschiedlich sein können, beruht auf der Tatsache, dass das Auge für Helligkeitsunterschiede empfindlicher ist, als für die Farbwahrnehmung. Dies wird bei der Codierung von Videosignalen genutzt, um die Datenrate eines Signals zu reduzieren, denn „das bedeutet für die Bildübertragung, dass es für feine Details ausreicht, nur die Helligkeitsinformation zu übertragen und auf die Farbe zu verzichten.“⁷⁰ Möglich wird dies durch eine Aufteilung in ein Helligkeitssignal und zwei Farbdifferenzsignalen im YCbCr-Signal⁷¹

Das Abtastverhältnis wird in folgender Schreibweise angegeben x:y:z. Dabei steht beim YCbCr-Signal das x für das Sampling des Luminanzkanals Y, y und z für die Farbkomponenten Cb und Cr. Der Standard für dieses Signal ist 4:2:2.⁷² Das bedeutet auf zwei Helligkeitsinformationen kommt jeweils eine Information des Farbkanals. Diese Qualitätsminderung kann vom Auge nicht wahrgenommen werden, halbiert aber die Datenrate für die Farbkanäle. Beim RGB Signal stehen die drei Ziffern für je einen Farbkanal.

Dieses sogenannte Chromasubsampling kann jedoch noch ausgeweitet werden. So gibt es auch 4:1:1, 4:2:0 oder 3:1:1 Unterabtastungen.

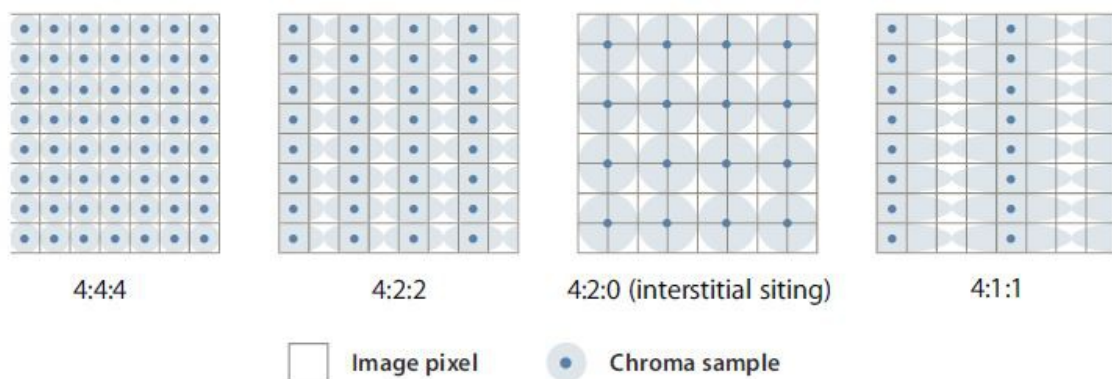


Abbildung 7: Chromasubsampling in modellhafter Darstellung (Quelle: Apple official, 2012: S.7)

⁷⁰ Schmidt, 2003: S.45

⁷¹ Siehe Punkt 2.4.5

⁷² Schmidt, 2003: S.109

Dabei ist anzumerken, dass die fehlenden Farbinformationen mit dem Auge selbst bei großzügigem Weglassen gar nicht, oder schwer sichtbar sind.⁷³

In der Farbkorrektur ist es jedoch nötig, so viele Bildinformationen (auch zu den Farben) wie möglich als Grundlage für den Bearbeitungsprozess zu haben. Denn durch die Veränderung der einzelnen Werte während der Farbkorrektur werden mögliche Informationslücken vergrößert. Dadurch entstehen Bildfehler wie Bending-Effekte oder Artefakte deutlich schneller.

Das Optimum bietet daher eine Abtastung von 4:4:4. Für das YCbCr – Signal bedeutet dies, dass die beiden Farbdifferenzsignale für jeden Helligkeitswert auch einen Farbwert liefern. Für das RGB – Signal bedeutet dies, dass für jeden Bildpunkt Informationen aus allen drei Farbkanälen zur Verfügung stehen. Das RGB – Signal funktioniert ausschließlich im 4:4:4 Algorithmus, da durch den Wegfall von Informationen auch nur eines Kanals eine andere Farbe und Helligkeit und somit ein anderes Bild entstehen würde. In der Praxis, vor allem im Fernsehbereich wird jedoch auch oft mit einem 4:2:2 Subsampling (YCbCr-Signal) gearbeitet, da es qualitativ ausreichend ist: „Für die Mainstream-Plattform wird ein Subsampling von 4:2:2 vereinbart.“⁷⁴

73 Vgl. Schmidt, 2003: S.110

74 Institut für Rundfunktechnik, 2011: S.14

3 Versuchsdurchführung

Im Folgenden wird detailliert das Vorgehen während des Versuchs beschrieben, welche Arbeitsschritte wann und in welchem Programm gemacht werden, wie sich diese verhalten, welche Probleme auftreten und wie diese vermieden oder gelöst werden können.

Nach der Versuchsbeschreibung für den eigentlichen Workflow, also das Verhalten der einzelnen Files im Arbeitsablauf, findet sich eine vergleichende Analyse der verwendeten Aufnahmeverfahren und Codecs. Diese fand zum großen Teil im verwendeten Farbkorrektursystem statt, und repräsentiert das Verhalten während einer Farbkorrektur. Um die Übersicht zu verbessern wird hier jedoch erst der Workflow und dann die Bild- und Codecanalyse wiedergegeben.

Der Punkt Quality-Check spielt in dieser Untersuchung keine Rolle.⁷⁵

3.1 Dreh des Testmaterials

Für den eigentlichen Versuch und das Herzstück dieser Analyse, den Postproduction Workflow, wurden zuvor einige Testaufnahmen gedreht. Dabei wurden mit beiden Kameras ähnliche Aufnahmen gemacht um später eine vergleichbare Grundlage für die Analyse der Bildqualität zu haben. Der erste Teil bestand aus der Aufnahme einiger Testcharts. Zusätzlich wurden im zweiten Teil ein paar übliche Situationen einer TV-Serie nachgestellt.

3.1.1 Testcharts

Als Orientierung für den Versuchsaufbau zur Aufnahme der Testcharts diene die EBU Norm tech-3281-E „Methods for the measurement of the characteristics of CCD cameras“. Zwar arbeiten beide Kameras nicht mit einem CCD Sensor, der grundlegende Versuchsaufbau ist jedoch nicht sensorabhängig.

Wie in der Norm⁷⁶ beschrieben, wurde eine Ulbricht Kugel verwendet, mit der die Testcharts von hinten beleuchtet wurden. Dabei war die Lichtquelle auf 2000 Lux eingestellt.

⁷⁵ Siehe Punkt 2.3.1

⁷⁶ EBU, 1995: S.5

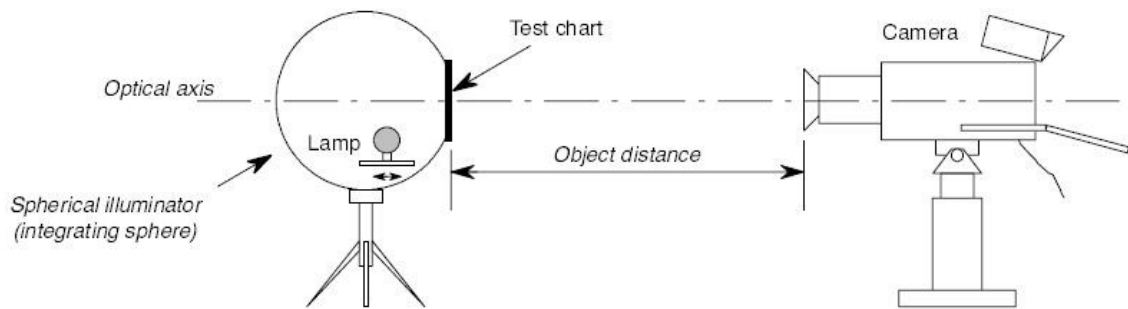


Abbildung 8: Versuchsaufbau gemäß EBU Tech-3281 (Quelle: EBU, 1995: S.5)

Folgende Testcharts der Firma Esser wurden dabei verwendet:

- TE226 (Farbfeldtestchart)
- TE167 (Linientestchart)
- TE231 (Testbesen)

GoPro

Dabei fanden alle Aufnahmen mit der GoPro im Standard sowie im Protune Modus statt. Durch den enormen Weitwinkel des GoPro Objektivs war es trotz Aufnahmen in verschiedenen Winkeleinstellungen (wide, narrow) nicht möglich, die Charts innerhalb des Schärfebereiches bildfüllend⁷⁷ aufzunehmen.⁷⁸ Es erfolgten drei verschiedene Aufnahmereien (Abstandsangaben beziehen sich auf die Entfernung von Sensorebene zur Charte ebene):

- Winkeleinstellung: „narrow“, Abstand: 25cm
- Winkeleinstellung: „narrow“, Abstand: 60 cm
- Winkeleinstellung „wide“, Abstand 60cm

ALEXA

Das ALEXA Material wurde bei einer Blende von 5,6 aufgenommen. Das Objekt war ein Ultra Prime 40 1045. Um die Testcharts bildfüllend zu positionieren musste eine Entfernung von 61cm (Sensorebene zu Charte ebene) gewählt werden. Der Shutter war auf 180° eingestellt, der Weißabgleich auf 3200K und der EI auf 800. Die Aufnahmen erfolgten im ProRes 4444 Codec.

⁷⁷ Vgl. EBU (1995): S.7

⁷⁸ Siehe Punkt 4.3

3.1.2 Spielaufnahmen

Der zweite Teil der Testaufnahmen besteht aus einer Reihe von Aufnahmen, wie sie typisch für eine TV Serie sind. Dabei war es wichtig auch Extremsituationen zu simulieren, um deren spätere Auswirkungen zu untersuchen. Aufgenommen wurden folgende Einstellungen:

- Nahe des Gesichts (mit GoPro durch extremen Weitwinkel nur begrenzt möglich)
- Kameraschwenk (Kamerabewegung)
- Person läuft durchs Bild (Objektbewegung)
- Filmen von hellen Stellen und kontrastreichen Bildern um eine Überbelichtung zu erzwingen
- dunkles Zimmer um Unterbelichtung zu erzwingen

Die GoPro wurde dabei im Standard, bzw. im Protune Modus mit „CAM-Raw“ Einstellung⁷⁹ für den Weißabgleich verwendet. Alle Aufnahmen fanden mit der Winkeleinstellung „wide“ statt.

Für die ALEXA wurde auch hier das 40 Ultra Prime 1054 verwendet bei einem Weißabgleich von 5600K. Der Shutter war auf 180° eingestellt, der EI auf 800.

Die Aufnahmen fanden bei sonnigem, aber leicht wolkigem Wetter am 1.7.2013 zwischen 13 Uhr und 14 Uhr statt.

3.2 Bearbeitung des GoPro Materials – CineForm

Um zu untersuchen, ob eine Bearbeitung mit der von GoPro zur Verfügung gestellten Software auch für einen professionellen Workflow Vorteile bringt, wurde das Material der GoPro zunächst mit dieser gewandelt. Das Ziel war am Ende drei Wandlungen zu erhalten:

- Transcode mit CineForm Studio
- Transcode mit CineFrom Studio Premium

⁷⁹ Siehe Punkt 2.1.1

- Transcode mit CineForm Studio Premium und Anwendung einer Farbanpassung

Als Ausgangsbasis für die Wandlungen wird stets das im Protune Modus aufgezeichnete Material verwendet. Dadurch entstanden drei weitere Clips, welche dieselbe Clipbezeichnung wie der jeweilige Protune Clip haben.

3.2.1 CineForm Studio

Die Bedienoberfläche des von GoPro kostenfrei downloadbaren Tools ist sehr übersichtlich. Es besteht praktisch aus drei Spalten. In der linken Spalte kann Material importiert werden. In der Mitte können Änderungen und Konvertierungseinstellungen getätigt werden, bevor das Video zur „Conversion List“, der rechten Spalte hinzugefügt wird. Dann können alle Clips in der rechten Spalte gemeinsam konvertiert werden.

Beim Konvertieren können unter anderem die Framesize, und -rate, die Geschwindigkeit und der Ausschnitt geändert werden. Das Bild kann auch rotiert werden. Diese Einstellungen sind jedoch in diesem Fall nicht wichtig, da das Material schon im gewünschten Format aufgezeichnet wurde.

Dabei sind vor allem die Wahl der Konvertierungsqualität und des Container-Formats von Interesse, da CineForm Studio zunächst nur als Format-Konverter genutzt wird. Hierbei wurde die höchste Qualitätseinstellung „High“ ausgewählt, sowie das Containerformat „MOV“, da es, im Gegensatz zur Alternative „AVI“ ein gebräuchliches Format in der Postproduktion ist. Das sind alle Einstellungen, die in diesem Schritt nötig waren.

Nach der Konvertierung gibt es die Möglichkeit, zum Schritt 2, dem Schnitt, zu gelangen.

Der Schnitt erfolgte in diesem Workflow in einem späteren Arbeitsschritt, jedoch kann nun auf einen Teil der Active Metadatas zugegriffen werden, die durch die Wandlung in den CineForm Codec zur Verfügung stehen. Dabei fällt auf, dass ein Hinzufügen von Metadaten wie Timecode oder Tapename nicht möglich ist und auch bei den Konvertierungseinstellungen nicht möglich war.

3.2.2 CineForm Studio Premium

Die Premium Version ist vom Grundaufbau ähnlich der Standard Version, bietet jedoch einige weitere Einstellungsmöglichkeiten.

So stehen nun auch die letzten beiden der fünf Qualitätsstufen des CineForm Codecs, „Film Scan 1“ und „Film Scan 2“, zur Auswahl. Wobei hier die qualitativ bessere „Film Scan 2“ gewählt wurde, die laut Hersteller für „Rigorous post“⁸⁰ geeignet ist. Alle weiteren Einstellungen wurden wie in der Standard Version belassen.

Auch im anschließenden Edit-Bereich hat sich der Funktionsumfang erhöht. So können nun auch LUTs auf das gewandelte Material angewandt und Arbeitsfarbräume definiert werden. Die Information wird wie in Punkt 2.4.4 beschrieben nicht ins Bild, sondern nur in die Metadaten geschrieben, wodurch das Original erhalten bleibt und die Metadaten auch jederzeit wieder geändert werden können.

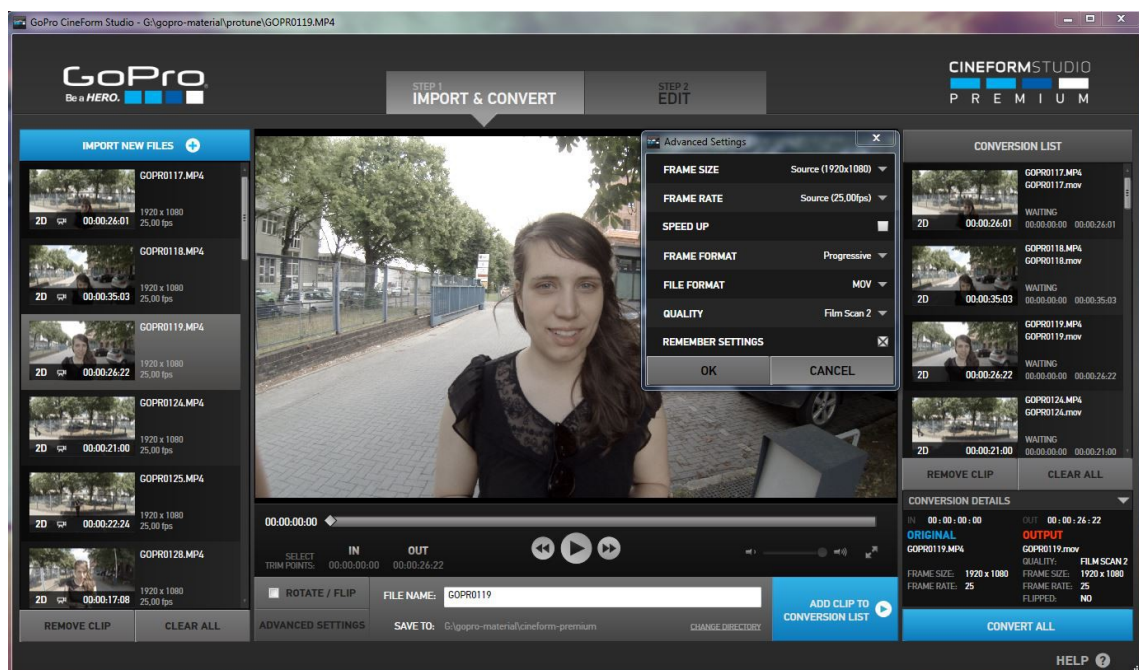


Abbildung 9: Screenshot GoPro CineForm Studio Premium (Quelle: Eigene)

Um zu untersuchen, ob sich eine hier getätigte Voreinstellung positiv auf den restlichen Workflow auswirkt, wurde eine zusätzliche Version des GoPro Materials erstellt, in dem eine LogC LUT auf das Material angewendet wurde. Damit soll das GoPro Material bereits hier möglichst nah an das Ausgangsmaterial der ALEXA mit ihrer LogC Gamma-Kurve herangeführt werden, um das spätere Angleichen zu erleichtern.

80 CineForm official, o.J.: online

3.2.3 Konvertierungsübersicht

Am Ende dieses Schrittes wurden drei neue Versionen des GoPro Materials erzeugt, alle mit unterschiedlichen Einstellungen. Damit ergeben sich mit den zwei ursprünglich aufgenommenen Sequenzen 5 unterschiedliche Versionen:

- GoPro Standard
- GoPro mit Protune
- GoPro mit Protune gewandelt in CineForm „High“
- GoPro mit Protune gewandelt in CineForm „Film Scan 2“
- GoPro mit Protune gewandelt in CineForm „Film Scan 2“ mit LogC LUT

Diese fünf Versionen werden nun durch den Rest des Workflows geführt.

3.3 Schnitt – Media Composer

Nach dem Öffnen des Schnittprogramms wurde zunächst das Projekt angelegt. Gemäß des gewählten Abtastformates in 1080p/25 und im Rec709 Farbraum.

Das Material lag in zwei Ordnern sortiert nach Kameras und Unterordnern, die nach den vorgenommenen Konvertierungen und Aufnahmemodi geordnet waren

Nun wurde eine Testsequenz erstellt, die sowohl die Spiel-Aufnahmen, als auch Testcharts der ALEXA und jeder Version des GoPro Materials enthält. Dabei folgte dies bei jeder Aufnahme dem gleichen Muster: ALEXA – GoPro Standard – GoPro Protune – GoPro High – GoPro FilmScan 2 – GoPro LogC.

Auf das Einfügen von Effekten, Titeln oder ähnlichem wurde verzichtet. Das Verhalten dieser Elemente ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Die Sequenz bestand also lediglich aus einer Aneinanderreihung des Testmaterials. Dabei wurde jedoch darauf Wert gelegt, dass nur Ausschnitte aus den Masterclips verschnitten werden und nicht komplette Clips. Damit konnte untersucht werden, ob im späteren Verlauf auch stets die richtige Stelle aus dem Masterclip in den nächsten Arbeitsschritt überführt wird.

Ab diesem Punkt unterteilt sich die Untersuchung nun in die drei unter Punkt 2.5 genannten Workflows.

3.3.1 Schnitt: AMA-Workflow

Über den Menüpunkt „Link to AMA File“ konnte der Avid Media Composer direkt auf Mediendateien auf der Festplatte zugreifen, ohne sie importieren oder transcodieren zu müssen. Die AMA Funktion ist als Plugin konzipiert um das Verlinken verschiedener Medienformate unabhängig von der Media Composer Version auf dem neuesten Stand zu halten. Das für diese Untersuchung wichtige Quicktime AMA Plugin ist das einzige, welches nicht extra installiert, sondern schon in der Standard Version des MC enthalten ist.

Die Verlinkung sowohl auf das ProRes Material der ALEXA, als auch auf das H.264 und CineForm Material der GoPro verlief ohne Probleme. Alle unterschiedlichen Codierungen und Versionen konnten problemlos abgespielt werden und waren online verfügbar.

Beim Schneiden war jedoch schnell ein Sinken der Ausführungsgeschwindigkeit spürbar. Dies folgt aus dem großen Rechenaufwand, den das Programm leisten muss, um aus den Originalmedien zu lesen. Hinzu kommt, dass der auf GOP basierende H.264 Codec das Berechnen sauberer Schnitte erschwert.

So sank die Ausführungsgeschwindigkeit bereits nach kurzer Zeit so rapide, dass ein flüssiges Arbeiten unmöglich war. Dies hatte zur Folge, dass die erstellte Testsequenz jeweils nur einen Clip der ALEXA und die jeweiligen verschiedenen GoPro Versionen enthielt.

Nach dem Zusammenstellen der Beispielsequenz, wurde der Export für das Farbkorrektursystem vorbereitet. Dafür wurde ein AAF File der Sequenz exportiert. Außerdem sollte auch der Export mittels EDL getestet werden. Dafür wurden drei EDLs exportiert.

Zuerst eine für die gesamte Sequenz, in der ALEXA und GoPro Material in der Videospur 1 zusammen liegen. Danach wurden die beiden Materialien je nach Kamera in eine separate Videospur verschoben und für jede Spur eine EDL exportiert.

Unter Output > EDL gelangt man zum EDL Manager von Avid, der mit dem „Get Sequenz“ Kommando die EDL der gewählten Spuren erstellt. Bei der Erstellung der EDL muss beachtet werden, welches Format das nachfolgende System unterstützt, da es eine Vielzahl zur Auswahl gibt. In dieser Analyse folgte das Farbkorrektursystem Baslight, welches das Format CMX_3600 verlangt. Außerdem sollte der Name des Source-Files und der Clipname in die EDL eingebettet werden, was über den „Comments“ Reiter getan werden kann.

3.3.2 Schnitt: Offline-Workflow

Auch hier wurden die Dateien zunächst über AMA in den Media Composer verlinkt. Dann wurden alle Clips ausgewählt und mit dem „Consolidate/Transcode“ Befehl in den DNxHD 36 Codec transcodiert und in den MediaFiles Ordner des Media Composer abgelegt. Die AMA Verlinkungen konnten nun wieder gelöst werden, da durch das Transcodieren neue Clips erstellt wurden. Alternativ können die Clips auch über „Import“ in den Media Composer transferiert werden. Dabei kann über das „Media Creation“ Setting der Speicherort, sowie der Codec ausgewählt werden.

Mit den nun im Offline-Codec vorliegenden Files wurde die Testsequenz im oben genannten Muster zusammengestellt. Den Anfang machten die Spielszenen, gefolgt von den Testcharts. Das Schneiden erfolgte ohne Probleme hinsichtlich der Ausführungsgeschwindigkeit, aber auch dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Quellen, die ja nun im gleichen Codec vorlagen.

Auch hier wurden für den Export zum Farbkorrektursystem ein AAF File der Sequenz, sowie drei EDLs erstellt. Das Vorgehen entspricht dem aus dem AMA-Workflow.

3.3.3 Schnitt: DNxHD 185 X-Workflow

Das Vorgehen für den Import der Dateien entspricht dem aus dem Offline-Workflow. Lediglich der Codec ist nun DNxHD185X. In diesem Szenario wurden nur das GoPro Standard und das GoPro Protune Material importiert. Es macht wenig Sinn, hier auch die zuvor mit CineForm konvertierten GoPro Material Versionen zu importieren, da sie nun ohnehin in DNxHD185X gewandelt werden. Unnötige Konvertierungen führen immer zu Qualitätsverlust und bringen in diesem Fall auch keinen anderen Vorteil.

Damit lag das Material von Beginn an Online vor. Dafür wird zwar mehr Rechenleistung benötigt, da der Codec eine höhere Datenrate hat, als der zuvor verwendete Offline-Codec, jedoch können die derzeitigen Avid-zertifizierten Workstations das Schneiden in diesem Online-Codec problemlos bearbeiten. Probleme könnte es geben, wenn rechenaufwändige Effekte hinzukommen, was aber in diesem Test nicht der Fall war. So erfolgte auch das Schneiden in diesem Szenario ohne besondere Vorkommnisse.

Für das Farbkorrektursystem wurden auch hier eine AAF und drei EDLs wie bei den vorhergehenden Workflows exportiert.

3.3.4 Auffälligkeiten im GoPro Material mit LogC LUT

Beim Verlinken und Import der Dateien gab es Auffälligkeiten der mit CineForm konvertierten Files. Obwohl das Protune Ursprungsmaterial relativ flach und ungesättigt wirkt, wiesen alle drei durch CineForm gelaufenen Versionen einen wärmeren Farbton auf. Das Material welches durch die Anwendung der LogC LUT eigentlich noch flacher hätte sein sollen, war mit den CineForm Files ohne LUT identisch.

Die Ursache hierfür liegt zweifellos in den Active Metadatas des CineForm Codecs begründet, da ansonsten keine Änderungen in den Dateien vorgenommen wurde.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Wandlung mit CineForm auf einem anderen Rechner erfolgte, als der Schnitt. Deshalb wurde zunächst überprüft, ob die Files auf dem Wandlungsrechner tatsächlich die beabsichtigten Einstellungen (keine Veränderung des Farbtons, LogC LUT) aufwiesen. Dies war der Fall.

Auf einen dritten Rechner kopiert, waren jedoch wieder alle drei Versionen identisch in ihrem wärmeren Farbton. Ähnlich verhielten sich die Clips bei einem Test-Import ins Baselight System.

Wurden die Einstellungen auf dem Schnittrechner erneut über CineForm Studio angepasst, wurden sie auch so in den Avid Media Composer eingelesen. Beim Öffnen in CineForm Studio waren die zuvor beim Wandeln vorgenommen Einstellungen in den Active Metadata jedoch auf eine Standardeinstellung zurückgesetzt.

Dies erklärt, dass alle drei Versionen identisch aussehen. Ferner lässt sich daraus schließen, dass es Probleme beim Kopieren der Dateien auf weitere Rechner gibt. Offenbar werden die Informationen in den Active Metadatas nur unzureichend oder gar nicht zwischen den Systemen transportiert und daher prinzipiell von jedem neuen System zunächst auf einen Standardwert zurück gesetzt.

In jedem Fall ist die Verwendung der Active Metadatas unter diesen Bedingungen nicht möglich, da eine immer gleiche Anzeige offenbar nicht gewährleistet werden kann.

Daher wurde im weiteren Versuch auf das konvertierte GoPro Material mit der eingestellten LogC LUT verzichtet. Stattdessen wurde sich auf die Vorteile des CineForm Codecs an sich konzentriert, welcher durch zwei Versionen im Versuch vertreten ist.

3.4 Conforming/Mastering – Baselight

In diesem Punkt wurde untersucht, wie sich die verschiedenen Materialien in den drei Workflows während des Conforming/Onlining Vorgangs verhalten. Auch das Mastering bzw. dessen Vorbereitung wird erläutert. Das Verhalten des Materials während des eigentlichen Farbkorrekturprozesses wird im Codecvergleich⁸¹ näher beleuchtet.

Zuerst wurden alle Media Files auf das Systemlaufwerk des Baselight Systems kopiert um keine Verzögerungen durch Netzwerkübertragungen zu riskieren. Dazu gehört das Originalmaterial, als auch der Avid MediaFiles Ordner des DNxHD185X-Workflows.

Danach wurde im System ein neuer Job und in diesem eine neue Sequenz angelegt. Dabei wurde das Format HD 1080p/25 lin gewählt. „Lin“ steht in diesem Fall für „linear“ und bedeutet, dass das importierte Material nicht verändert wird, dass die ausgegebenen Werte den importierten entsprechen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde für jeden der drei Workflows und für jede Import-Methode (AAF/EDL) eine eigene Sequenz erstellt. Das Vorgehen und die Einstellungen waren jedoch soweit identisch.

Als Monitor wird ein Klasse 1 Röhrenmonitor im 16:9 Format verwendet. Dafür wird der Monitoroutput auf 1080i/25 eingestellt, da die CRT keine Vollbilder darstellen kann. Außerdem wird der Output auf „Full to Legal“ eingestellt, da das Ziel ja ein Master für TV-Sender ist. Dies muss später auch beim Export beachtet werden.

3.4.1 Conforming: AMA-Workflow

AAF

Über das Kommando „EDL Import“ öffnet sich das Importfenster für die erstellte Sequenz. EDL ist hierbei allgemeiner zu sehen und steht für Formate, die den Austausch von Schnittsequenzen zwischen Programmen ermöglichen, in diesem Fall also auch für eine AAF.

Hier wurde die AAF ausgewählt, die wir zuvor aus dem Avid Media Composer für die AMA-Testsequenz exportiert wurde. Als Quelle für das Material dienten die Originalkameraclips beider Kameras, sowie das mit CineForm Studio gewandelte Material, wobei die GoPro LogC Variante aus beschriebenen Gründen bereits aus der Sequenz entfernt wurde.

81 Siehe Punkt 3.8

Mit folgenden Sucheinstellungen wurde nach dem Material gesucht:

Parameter	Wert
Range Type	Source
Search Order	Frame Number
Frame Rate	25 fps
Search	(all subdirectories)
Include	File Types Metadata
Filtering by	Filename

Tabelle 3: Suchparameter für den AMA-AAF-Workflow (Quelle: Eigene)

Damit wurden 100% der verschnittenen Clips ausfindig gemacht, was ALEXA und Go-Pro Material einschließt. Die Sequenz war somit online und es wurde dabei auf das Originalmaterial zurückgegriffen, welches nun für die Farbkorrektur bereit war..

Durch die Wandlung in CineForm Studio existieren wie bereits erwähnt mehrere Clips, mit dem gleichen Namen. Dies führte beim Conforming dazu, dass das System jeweils alle Clips mit der gleichen Bezeichnung für die betreffende Position in der Sequenz zur Auswahl stellte. Da dies eine Besonderheit dieses Versuchsaufbaus ist und in einer Tatsächlichen Produktion davon ausgegangen werden kann, dass Clipnamen einzigartig sind, wird dieser Umstand in den folgenden Beschreibungen vernachlässigt.

Ist der Grading Prozess abgeschlossen, gibt es die Möglichkeit entweder direkt aus dem Baselight System einen Master für die TV Auswertung zu erstellen, oder für das Mastering nochmals in den Media Composer zu wechseln. Die Erstellung eines Masters aus dem Baselight heraus ist für alle drei Workflows identisch und wird im Punkt 3.4.4 behandelt.

Über den Menüpunkt „Render“, werden die korrigierten Dateien inklusive der Bearbeitung aus dem Baselight exportiert. Dabei werden komplett neue Media Files erzeugt. Es steht eine große Auswahl an Codecs und Containern bereit, wie aber im Punkt 2.3.6 beschrieben wurde hier in jedem Fall DNxHD185X im MXF Container verwendet.

Es ist darauf zu achten, dass für eine Fernsehproduktion die Video LUT „Full to Legal“ verwendet wird. Falls nicht, müssen die legalen Werte durch einen späteren Arbeitsschritt nachträglich erreicht werden. Als Embedded Timecode wurde der Timecode der einzelnen Clips, hier Shots genannt, verwendet.

Da mit einer AAF conformt wurde, musste diese nun mit dem Befehl „Modify AAF“ aktualisiert werden. Dabei wurden die in der AAF enthaltenen Verlinkungen auf die Media Files so geändert, dass sie auf die neu gerenderten verwiesen.

Die restlichen Einstellungen entsprachen dem voreingestellten Standard und bedürfen keiner weiteren Erklärung. Sie können folgender Tabelle entnommen werden.

Parameter	Wert	Parameter	Wert
Frames	All Frames	Modify AAF	Yes (on)
Output Format	Sequenzformat (HD 1920x1080/25p lin)	Embed Timecode	File 1
Resolution	High (1920x1080)	Tape	Shot Tape
Render	All Layers	Clip	Shot
Mask	None	Input EDL	Use Last Conform EDL
Truelight Profile	None	Output EDL	Automatic
Burnin	None	File Name	Input Filename
Video LUT	Full to Legal Scale	Video Codec	DNxHD 175-220 20-bit
File Type	MXF	Video Parameters	(Default)
		Frame Rate	From Outputformat

*Tabelle 4: Renderparameter für AMA-AAF-Workflow (für Weiterverarbeitung in der Symphony)
(Quelle: Eigene)*

EDL

Auch hier wurde über das „EDL Import“ Kommando neues Material zur Sequenz hinzugefügt. Jedoch wurde nun die zuvor über den EDL Manager erstellte EDL für den Import ausgewählt. Das Quellmaterial ist wiederum das Originalkamera- bzw. in Cine-Form gewandelte Material.

Der Import wurde mit folgenden Einstellungen versucht. Dabei ist zu beachten, dass bei einem Conforming mit einer EDL teilweise andere Parameter zur Auswahl stehen, als mit einer AAF.

Parameter	Wert
Search Order	Timecode
Range Type	Source
Timecode Location	Header
Frame Rate	25 fps
Overwrite Tape Name	No
Search	(all subdirectories)
Filtering by	Tape Name In Path Or Filename
Header Opening	Statistical
Treat Tape X	As a Normal Tape
Include	File Types Metadata

Tabelle 5: Suchparameter für AMA-EDL-Workflow (ALEXA) (Quelle: Eigene)

Auffällig war, dass lediglich die Clips, die mit der ALEXA aufgenommen wurden zu 100% online waren. Die GoPro Clips, die in den CineForm Codec transkodiert wurden sind zu 19% online, die unkonvertierten GoPro Clips sind offline. Bei einem zweiten Durchlauf wurden folgende Einstellungen verwendet.

Parameter	Wert
Search Order	Timecode
Range Type	Source
Timecode Location	Frame Number [0 represents timecode: 00:00:00:00]
Frame Rate	25 fps
Overwrite Tape Name	No
Search	(all subdirectories)
Filtering by	Tape Name In Path Or Filename
Treat Tape X	As a Normal Tape
Include	File Types Metadata

Tabelle 6: Suchparameter für AMA-EDL-Workflow (GoPro) (Quelle: Eigene)

Nun waren alle GoPro-Clips online und die der ALEXA offline.

Beide Clipfolgen lagen nun in der Sequenz übereinander. Jetzt mussten die jeweiligen Offline-Clips aus den Sequenzen entfernt werden, was mit dem Befehl „Shots“ möglich ist. Dort können alle Offline Clips markiert werden und dann gesammelt gelöscht werden. Nach diesem Schritt blieben nur die Onlin-Clips übrig. Zusammen ergaben die Online-Clips aus beiden conformten Sequenzen die komplette Sequenz online, ohne Offline-Clips dazwischen.

Alternativ kann das Conforming auch mit zwei verschiedenen EDLs durchgeführt werden. Dazu wurden aus dem Media Composer jeweils eine EDL für das ALEXA und eine EDL für das GoPro Material exportiert.⁸² Die konnten getrennt mit den entsprechenden Einstellungen conformt und dann einfach übereinander platziert werden. Dadurch entfällt das Löschen der Offline-Clips.

Dieses zwei geteilte Conformen, einmal für ALEXA, einmal für GoPro Material wird durch die fehlenden Metadaten des GoPro Materials nötig. Vor allem der nicht vorhandene eingebettete Timecode macht ein Conforming mit den gleichen Einstellungen wie für das ALEXA Material unmöglich.

Nach der Farbkorrektur gibt es auch hier zwei Möglichkeiten, wie weiter verfahren werden kann. Die Erstellung eines Masters aus dem Baselight heraus ist in Punkt 3.4.4 beschrieben. Außerdem können für die Überführung zurück zum Media Composer die Clips auch im EDL Workflow in einzelnen Clips gerendert werden.

Die Verfahrensweise ist dabei mit dem des AAF Workflows gleich, bis auf dass das Aktualisieren der AAF entfällt, denn hier fand das Conforming mit einer EDL statt. Diese bleibt den ganzen Workflow über identisch und wird nicht verändert. Im „Workflow“ Reiter wurde außerdem angewählt, dass jeder Clip einzeln gerendert wird. Auch hier muss jedoch auf die Einstellung der Full to Legal LUT, dem Timecode für die Shots und die Einstellung des richtigen Codecs geachtet werden, in diesem Fall DNxHD185X im MXF Container.

3.4.2 Conforming: Offline-Workflow

AAF

Der Ablauf erfolgte identisch mit dem des AMA-AAF-Workflows. Hier wurde die AAF der Offline-Workflow-Testsequenz ausgewählt. Jedoch wurde nicht auf die DNxHD36 Media Files, mit denen der Schnitt durchgeführt wurde, als Quellmaterial verwiesen,

⁸² Siehe Punkt 3.3

sondern auf die Originalmaterial, da mit diesem die Farbkorrektur durchgeführt werden sollte.

Es gelang mit keinen Einstellungen das Material online zu bekommen. Dieses Ergebnis war abzusehen, da innerhalb der AAF auf die DNxHD36 Files aus dem Schnitt verwiesen wird. Eine einfache Umverlinkung, wie hier versucht, ist somit nicht möglich. Dieser Weg wird daher nicht weiter untersucht.

EDL

Das Verfahren zum Conforming mit den erstellten EDLs verläuft identisch mit dem im AMA-EDL-Workflow. Auch hier wurde nun als Quelle das Originalmaterial ausgewählt und nicht das DNxHD36 Schnitt Material, von dem die EDLs exportiert wurden.

Das Conforming gelang mit den im AMA-EDL-Workflow genannten Prozeduren und Parametern erfolgreich.

Hier ist es möglich, auf ein anderes, in diesem Fall das originale von den Kameras stammende, Quellmaterial zu verweisen. Dafür ist es nötig, dass auch im neuen Material die Clip und/oder Tapenamen zu finden sind.

Nach der Farbkorrektur sind wiederum zwei weiterführende Mastering Wege denkbar. Das Mastering aus dem Baselight direkt ist in Punkt 3.4.4 beschrieben. Der Export von einzelnen Clips für eine Weiterverarbeitung im Avid Media Composer ist hierbei identisch mit dem aus dem AMA-EDL-Workflow. Es ist ebenso auf die korrekte Einstellung der Video LUT zu Full to Legal, des Timecodes und des Codecs zu achten. In dieser Analyse wird der DNxHD185X Codec im MXF Container verwendet.

3.4.3 Conforming: DNxHD185X-Workflow

AAF

Das Conforming begann hier ebenfalls mit dem Import der AAF über den „EDL import“ Befehl. Als Media Daten wurden hier die zuvor im Media Composer transcodierten DNxHD185X Files verwendet. Mit folgenden Einstellungen wurde nach den Clips gesucht.

Parameter	Wert
Range Type	Source
Search Order	Frame Number
Frame Rate	25 fps
Search	(all subdirectories)
Filtering by	Avid UID
Include	File Types Metadata

Tabelle 7: Suchparameter für DNxHD 185X-AAF-Workflow (Quelle: Eigene)

Da es sich um die gleichen Files handelt, von denen auch die AAF erstellt wurde, gelang das Onlinen zu 100%. Dabei kann sich durch die vom Media Composer erstellten Clips auf die Avid Unique Identifier (UID) verlassen werden. Dies ist eine vom Media Composer generierte einzigartige Kennnummer für jeden Clip. Auch die Farbkorrektur konnte problemlos durchgeführt werden.

Mit Blick auf das Mastering gibt es die zwei Möglichkeiten, wobei das Mastering mit Baselight im Punkt 3.4.4 genauer betrachtet wird. Werden für das Mastering im Avid Media Composer einzelne Clips gerendert, wird wie beim AMA-AAF-Workflow verfahren. Beachtung muss auch hier die Einstellung der Full to Legal LUT, des Shot-Timecodes und des Codecs finden. Wie in den anderen Fällen wurde auch hier DNxHD185X verwendet, was in diesem Fall dem Codec entspricht, in dem auch farbkorrigiert wurde.

Außerdem musste hier auch wieder ein Update der AAF erfolgen, mit der die Sequenz conformt wurde. Dabei wurde die Verlinkungen der Media Files innerhalb der AAF, durch den „Modify AAF“ Befehl auf die neu erstellten geändert.

EDL

Der EDL Workflow entspricht grundsätzlich dem bereits Erläuterten. Jedoch musste in diesem Fall kein Workaround mit zwei EDLs, oder dem Löschen von Offline-Clips in der Sequenz stattfinden. Denn hier lag das gesamte Ausgangsmaterial bereits in einem gemeinsamen Codec vor. Das ermöglicht auch im EDL Workflow ein unkompliziertes Conforming, welches mit folgenden Einstellungen zu 100% erfolgreich durchgeführt wurde.

Parameter	Wert
Search Order	Timecode
Range Type	Source
Timecode Location	Header
Frame Rate	25 fps
Overwrite Tape Name	No
Search	(all subdirectories)
Filtering by	Tape Name In Path Or Filename
Header Opening	Statistical
Treat Tape X	As a Normal Tape
Include	File Types Metadata

Tabelle 8: Suchparameter für DNxHD185X-EDL-Workflow (Quelle: Eigene)

Ist die Farbkorrektur beendet, kann wiederum direkt aus dem Baselight ein Master erstellt werden (Punkt 3.4.4), oder die Clips einzeln für ein Mastering im Media Composer gerendert werden. In letzterem Fall wurde dabei wie bei beim AMA-EDL- oder Off-line-EDL-Workflow verfahren. Die Einrichtung der Full to Legal LUT, des Timecodes und des Codecs (wiederum DNxHD185X) sollten besondere Beachtung finden. Auch hierbei ist der End-Codec identisch mit dem Bearbeitungs-Codec.

3.4.4 Mastersequenz mit Baselight erstellen

Das Erstellen einer Mastersequenz direkt aus dem Baselight heraus ist für alle hier beschriebenen Workflow-Varianten identisch.

Der Mastering-Prozess umfasst normalerweise das Einfügen von Titeln und auch das Anlegen der Tonspuren. Da dies in dieser Analyse vernachlässigt wird, kann direkt zum Export übergegangen werden.

Über das „Render“ Tool wurde der Export der Sequenz vorbereitet, ähnlich dem Export der einzelnen Clips für eine Weiterverarbeitung in der Symphony. Als Codec wurde DNxHD185X ausgewählt. Dies entspricht zum einen der technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF⁸³, zum

83 Institut für Rundfunktechnik (IRT), 2013

anderen bringt es den Vorteil, dass Clips, die sich bereits im DNxHD Codec befinden, nicht noch einmal transcodiert werden müssen.

Bei den Einstellungen muss eine Full to Legal Transformation eingestellt werden, um ein legales Bild für die TV-Ausstrahlung⁸⁴ zu erhalten. Im „Workflow“ Reiter wurde kein „Rendern per Shot“ eingestellt, da sonst wieder jeder Clip einzeln berechnet wird. Mit folgenden weiteren Einstellungen wurde der Renderprozess gestartet.

Parameter	Wert	Parameter	Wert
Frames	All Frames	Modify AAF	No (off)
Output Format	Sequenzformat (HD 1920x1080/25p lin)	Embed Timecode	Rec
Resolution	High (1920x1080)	Tape	Shot Tape
Render	All Layers	Clip	Shot
Mask	None	Input EDL	entfällt
Truelight Profile	None	Output EDL	entfällt
Burnin	None	File Name	beliebig
Video LUT	Full to Legal Scale	Video Codec	DNxHD 175-220 20-bit
File Type	MXF	Video Parameters	(Default)
		Frame Rate	From Output Format

Tabelle 9: Renderparameter für die Erstellung des Masterfiles (Quelle: Eigene)

Das Ergebnis ist ein MXF File, welches die gesamte Sequenz enthält und als Master – File so an die Sendeanstalten übergeben werden kann.

3.4.5 Auffälligkeiten bei in CineForm konvertierten Clips

Beim Conforming mittels EDL gibt es eine Vielzahl verschiedener Einstellungen, mit denen nach den verschnittenen Clips gesucht werden kann. Oben wurde bereits das Verfahren mittels zwei EDLs, einmal für ALEXA, einmal für GoPro Material erläutert, bzw. eine Methode mit Löschen von Offline Clips beschrieben. Während des Versuchs und des Testens verschiedener Suchkriterien fiel jedoch eine Besonderheit in Bezug auf die GoPro Clips im CineForm Codec auf.

⁸⁴ Siehe Punkt 2.4.1

Mit folgenden Sucheinstellungen konnten die ALEXA Clips zu 100% und die GoPro CineForm Clips zu 19% geonlined werden. Die GoPro MP4 Clips blieben weiterhin offline.

Parameter	Wert
Search Order	Timecode
Range Type	Source
Timecode Location	Header
Frame Rate	25 fps
Overwrite Tape Name	No
Search	(all subdirectories)
Filtering by	Tape Name In Path Or Filename
Header Opening	Statistical
Treat Tape X	As a Normal Tape
Include	File Types Metadata

Tabelle 10: Suchparameter aus dem Offline-EDL-Workflow (Quelle: Eigene)

Bei näherer Betrachtung und dem Vergleich mit einem Referenzclip der Sequenz wurde deutlich, dass es sich bei den CineForm Clips zwar um den korrekten Clip handelte, jedoch nicht um den richtigen Ausschnitt innerhalb des Clips.

Das Baselight die Clips mit den gleichen Einstellungen wie die ALEXA Clips erkennt liegt daran, dass durch die Wandlung in den CineForm Codec ein Timecode in den Header des Clips eingebettet wurde. In der Anzeige der Metadaten im Browser von Baselight ist zudem eine „30“ in eckigen Klammern zu sehen, was für die Basis des Timecodes steht. Das würde auch den falschen Offset erklären, wodurch der Ausschnitte der Clips falsch sind und dadurch auch die 19% beim Onlinen. Wird der falsche Offset als Timecode auf „30“ Basis angenommen und in einen auf „25“er Basis umgerechnet, stimmt der Clip-Ausschnitt mit der Referenz überein. Dadurch wird die Vermutung bestätigt.



Abbildung 10: Screenshot aus dem Baselight Browser: Anzeige der Metadaten in den zu CineForm transcodierten Clips. Beachten Sie die [30] hinter der Timecodeangabe (Quelle: Eigene)

Warum die Basis des Timecodes „30“ ist, wobei das Material denn ganzen Produktionsprozess hindurch immer 25 Bilder pro Sekunde hat ist unklar. Beim Konvertieren in CineForm Studio konnten dazu auch keine Einstellungen getroffen werden, weshalb die Wahl einer 30er Basis hier als Programmfehler vermutet wird.

Es ist anzunehmen, dass bei einer richtigen, in dem Fall „25“, Timecodebasis ein korrektes Conforming von CineForm und ALEXA Clips in einem Durchgang möglich ist.

3.5 Mastering – Symphony

Sollte also der finale Bildmaster nicht schon aus dem Baselight exportiert worden sein, besteht die Möglichkeit eines Masterings am Media Composer oder der Symphony. Für diesen Zweck wurden aus dem Baselight die farbkorrigierten Einzelclips, sowie eine aktualisierte AAF Datei ausgegeben. Die verwendeten EDLs wurden nicht verändert. Auch der bereits exportierte Bildmaster kann wieder importiert werden.

In jedem Fall müssen die aus dem Baselight gerenderten Media Files im DNxHD185X Codec in den MediaFiles Ordner des Avid Systems kopiert werden. Beim Start des Programms aktualisiert dieses die Media Datenbank und erkennt dabei alle im Ordner befindlichen Clips. Nach dem Öffnen des Projekts können die Clips nun über das Media Tool in einen Bin geladen werden.

3.5.1 Mastering: AMA-Workflow

AAF

Über den Import Befehl wurde die durchs Baselight aktualisierte AAF Datei ausgewählt und in denselben Bin importiert, in dem bereits die farbkorrigierten Clips lagen. Es wurde die Sequenz erstellt und die Media Files automatisch erkannt. Die Sequenz war nun mit den farbkorrigierten Clips komplett online. Außerdem wurden zusätzliche Master-clips importiert, welche aber offline waren. Da die Sequenz automatisch auf die bereits importierten zugreift, konnten die Offline Clips einfach gelöscht werden.

EDL

Über den Avid EDL Manager wurde die AMA EDL geöffnet, wobei eine Timecodebasis von 25 ausgewählt wurde. Diese wurde dann über den „Send Sequenz“ Befehl an die Avid Symphony übertragen. Dabei muss das Format der EDL und der Import-Bin ausgewählt werden. Die EDL und die bereits durch das Media Tool importierten Clips müssen im selben Bin liegen. Dort stand nun die Sequenz, sowie die zugehörigen Master-clips zur Verfügung, welche aber offline waren.

Der nächste Schritt war das Verknüpfen der Sequenz mit den Online Clips. Dies geschah durch markieren der Online Clips und der Sequenz. Der Befehl „Relink“ wurde ausgewählt. Im erscheinenden Menü wurde der Punkt „Relink to selected Master Clips“ ausgewählt. Nun waren die Sequenz und ihre Clips online. Die durch die EDL erstellten Offline Clips konnten gelöscht werden.

3.5.2 Mastering: Offline-Workflow

AMA

Da es nicht Möglich ist mit einer AAF auf andere Media-Clips zu verweisen, wurde dieser Workflow nicht weiter verfolgt siehe Punkt 3.4.2.

EDL

Das Conforming mittels EDL erfolgt analog dem Vorgehen im AMA-EDL-Workflow.

3.5.3 Mastering: DNxHD185X-Workflow

AAF

Das Re-Conforming mittels EDL erfolgt analog dem Vorgehen im AMA-AAF-Workflow.

EDL

Das Re-Conforming der Sequenz mittels der EDL gelang nicht. Die Symphony konnte in den Metadaten der aus dem Baselight gerenderten Clips keine Tapenamen finden, weshalb das „Relink“ Kommando fehlschlug.

Auch ein Export aus dem Baselight mit anderen verfügbaren Einstellungen für den Tapenamen brachten keinen Erfolg. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass dieser Workflow nicht ohne weiteres funktioniert.

Jedoch gibt es einen Workaround: Die Tapenamen können im Media Composer oder in der Symphony manuell neu vergeben werden. Dabei sind die Tapenamen zu verwenden, die auch in der EDL zu finden sind. So konnte die Sequenz auch mit der EDL wieder online gebracht werden. Jedoch ist dies sehr aufwändig und für den Produktionsalltag nicht praktikabel.

3.5.4 Mastersequenz mit Avid Symphony erstellen

Ist die Sequenz wieder vollständig online, können nun letzte Arbeitsschritte getätigt werden, wie etwa Anlegen von Titeln, Blenden hinzufügen o.ä. Da in dieser Analyse keine dieser Elemente vorkommen und auch auf eine Audiospur nicht geachtet werden muss, wurde nun die Mastersequenz erstellt.

In Avid können über den „Export“ Befehl keine MXF Files ausgegeben werden, was aber von der Technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF als Anlieferungsformat gefordert ist.

Stattdessen kann über den Menüpunkt „Special“ ein „Video-Mixdown“ erstellt werden. Über das Format in dem der Mixdown erstellt wird, wurde über die „Media Creation“ Settings im Reiter „Mixdown & Transcodes“ auf DNxHD185X eingestellt. Ein weiteres Transcodieren ist hier nicht nötig, denn die vom Baselight erhaltenen Clips befinden sich bereits im Zielcodec. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Timecode der Sequenz bei 10:00:00:00 beginnt und keine Lücke zwischen Sequenz- und Programmstart ist.

3.6 Zweiter Versuchsdurchlauf

Durch das Verhalten der in den CineForm Codec transcodierten GoPro Files während des EDL Conformings im Offline-Workflow⁸⁵ aufmerksam gemacht, wurde ein zweiter Versuchsdurchlauf konzipiert.

Er basiert auf dem bereits beschriebenen Offline-Workflow. Jedoch wurden die GoPro Files hier vor Beginn der eigentlichen Bearbeitung mit dem Media Composer in DNxHD185X in eine MOV Conatianer Datei konvertiert.

Die Umwandlung mit dem Media Composer fand mit folgenden Einstellungen statt.

Parameter	Wert
Bildrate	25
Farbtiefe	Über 16,7 Mill. Fareben
Color Levels	Rec. 709 Levels
Alpha	None
Resolution	1080p/25 DXxHD 185 10-bit
Width x Height	1920 x 1080
Display Aspect Ratio	16:9 square pixel

Tabelle 11: Transcode Einstellung für GoPro H.264 zu DNxHD185 X (Quelle: Eigene)

Die so transcodierten Clips ersetzen die CineForm – Clips im Workflow. Abgesehen davon wurde dieser identisch beibehalten. Ziel war es zu untersuchen, ob sich der DNxHD Codec günstig auf den Conforming-Prozess auswirkt. Genauer: Ob der durch die Wandlung eingebettete Timecode eine korrekte Basis aufweist und ob dies ein korrektes Onlinen ohne Workarounds ermöglicht.

Da der Workflow ansonsten identisch war und auch keine unerwarteten Vorkommnisse auftraten kann für das genaue Vorgehen auf den bereits beschriebenen Offline-Workflow verwiesen werden. Nur zum Conforming-Prozess sind einige Ausführungen nötig.

⁸⁵ Siehe Punkt 3.4.5



Abbildung 11: Screenshot aus dem Baselight Browser: Anzeige der Metadaten in den zu DNxHD185X transcodierten Clips. Beachten Sie die [25] hinter der Timecodeangabe (Quelle: Eigene)

Bei Überprüfen der Metadaten der transcodierten GoPro Files wurde bereits deutlich, dass als Timecode-Basis die korrekten 25 fps verwendet wurden. Wie zu erwarten gelang somit auch das Onlinen der ALEXA und der gewandelten GoPro Clips mit einer EDL und den selben Suchparametern.

Parameter	Wert
Search Order	Timecode
Range Type	Source
Timecode Location	Header
Frame Rate	25 fps
Overwrite Tape Name	No
Search	(all subdirectories)
Filtering by	Tape Name In Path Or Filename
Header Opening	Statistical
Treat Tape X	As a Normal Tape
Include	File Types Metadata

Tabelle 12: Suchparameter für DNxHD185 X Pr-Transcode Workflow (Versuchsdurchlauf 2)
(Quelle: Eigene)

Der weitere Workflow gestaltet sich identisch zum bereits beschriebenen und konnte ohne Probleme abgeschlossen werden.

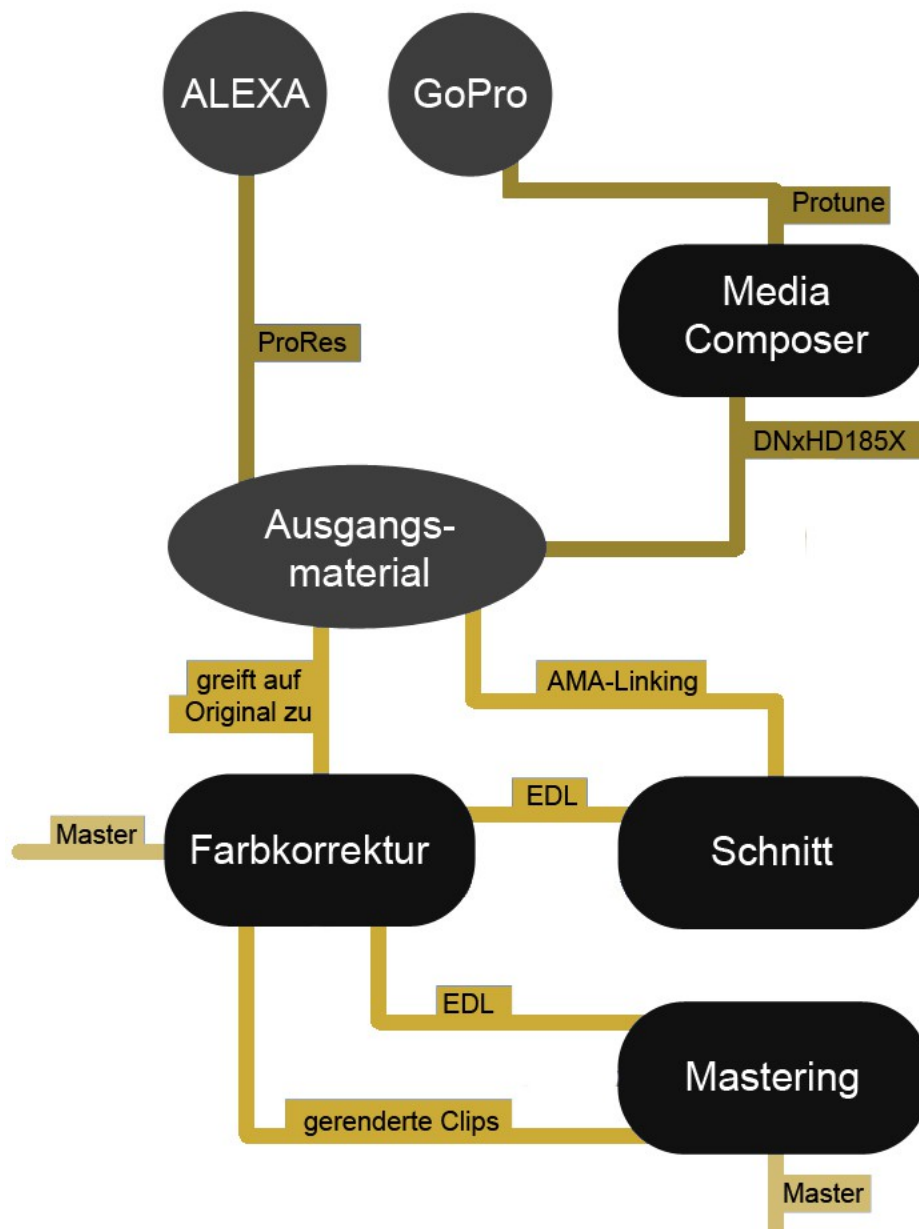


Abbildung 12: DNxHD185X Pre-Transcode Workflow Diagramm (Quelle: Eigene)

3.7 Bildqualität

Dieser Punkt widmet sich der Qualität des GoPro Materials mit Blick auf die Farbkorrektur. Dabei sei gleich zu Beginn festgehalten, dass hier keine detaillierte, normgerechte Qualitätsanalyse des optischen Systems der GoPro gegeben werden kann. Dies würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und ist auch nicht Teil der Fragestellung, die sich mit dem Umgang des Materials im Workflow befasst.

Dennoch ist die Farbkorrektur ein wichtiger Teil des Postproduktionsprozesses und die Bildqualität wiederum wichtig für die Farbkorrektur, weil ihre Grundlage. Deshalb soll

hier wenigstens in Ansätzen eine Einschätzung der Bildqualität erfolgen, um die wesentlichen Qualitätsunterschiede zum Referenzmaterial zu verdeutlichen.

Um eine einheitliche Vergleichsbasis zu haben, wird für die Bildanalyse auf die aufgenommenen Testcharts zurückgegriffen.⁸⁶ Verglichen wird das Material der ALEXA mit dem der GoPro, wobei der Standard und der Protune Modus berücksichtigt werden.

Anzumerken ist, dass es erhebliche Probleme gab, die Testcharts mit der GoPro angemessen aufzunehmen.⁸⁷ Dies macht eine eindeutige und qualifizierte Aussage über die Qualität schwierig. Eine Tendenz konnte im Folgenden dennoch erkannt werden. Da es in dieser Untersuchung nicht primär um die Bildqualität geht, soll dies zunächst ausreichen.

Aus den verschiedenen Aufnahmen der GoPro wurden die ausgewählt, in der die Testcharts einer Bildfüllung am nächsten kommen, da dies in der Tech. 3281-E Norm der EBU gefordert wird.⁸⁸ Das zur Analyse verwendete Material ist das Rohmaterial aus den Kameras und wurde vorher nicht bearbeitet.

3.7.1 Testchart TE 231 (Linientestchart)

Mit dem aufgenommenem „Linientestchart“ wird das Auflösungsvermögen der Kamera bestimmt. Dabei spielen alle an der Bildaufnahme beteiligten Elemente, wie etwa das Objektiv, der Sensor, der A/D Wandler⁸⁹ und der verwendete Codec, eine Rolle.

„Das Auflösungsvermögen beschreibt die Darstellbarkeit feiner Details [...]“⁹⁰ Um das vergleichen zu können, wird die Modulationstransferfunktion, kurz: MTF zur Hilfe genommen. „MTF ist die Ortsfrequenz-Antwort eines bildgebenden Systems, es ist der Kontrast an einer gegebenen Ortsfrequenz (f_{o2}) relativ zu einer niedrigen Ortsfrequenz (f_{o1})“⁹¹ Die Antwort bezieht sich dabei auf ein aufgenommenes Objekt, in dem Fall das Testchart, bei dem das Verhältnis konstant ist. Die Ortsfrequenz wird durch die Linien auf dem Testchart erzeugt und in lp/mm, Linienpaare je Millimeter angegeben. Nach Schmidt wird die MTF wie folgt errechnet:

⁸⁶ Näheres zur Aufnahme siehe Punkt 3.1

⁸⁷ Siehe Punkt 4.3

⁸⁸ Vgl. EBU (1995): S.7

⁸⁹ Analog / Digital Wandler

⁹⁰ Schmidt, 2003: S. 243

⁹¹ Original: „MTF is the *spatial* frequency response of an imaging system or a component; it is the contrast at a given spatial frequency relative to low frequencies.“ Koran, [o.J.]: online

$$MTF = \frac{m(\text{Hochfrequenz}[f_{o_2}])}{m(\text{Niederfrequenz}[f_{o_1}])} \quad (3.7.1-1)$$

bei

$$m = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{S_{\max} + S_{\min}} \quad (3.7.1-2)$$

„s“ steht dabei für die Signalwerte.

Es folgen die Aufnahmen des Testcharts mit dazugehörigem Waveform-Screenshot.

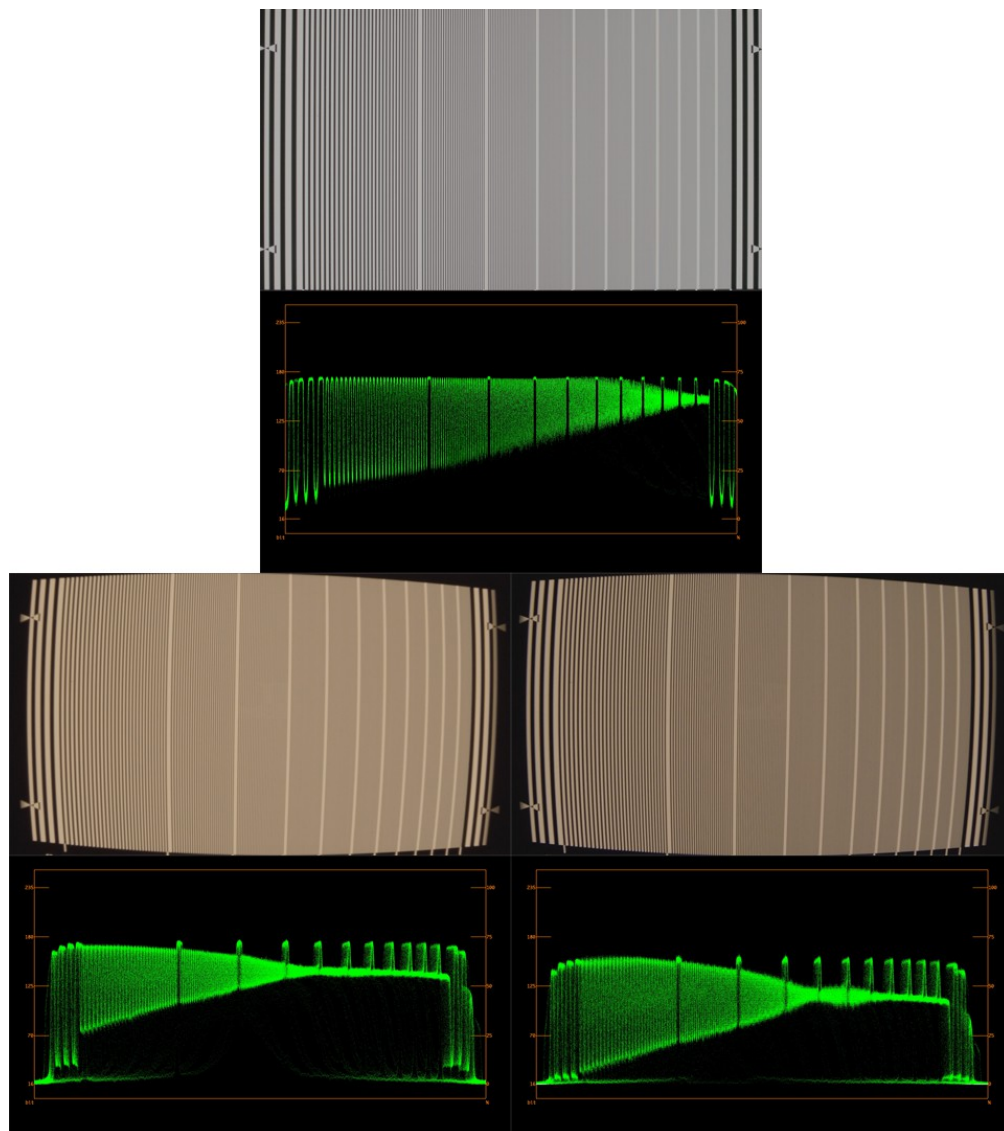


Abbildung 13: Testchart TE231: oben: ALEXA; unten rechts: GoPro Standard; unten links: GoPro Protune (Quelle: Eigene)

92 Vgl. Schmidt (2003): S.243

Dass die Signale auch bei den ersten groben Linien keine Aussteuerung von 100% erreichen liegt bei der ALEXA an der eingestellten Blende sowie am LogC Aufnahmemodus. Bei der GoPro spielt die automatische Helligkeitsregelung sowie der Protune Modus eine Rolle. Um das Auflösungsvermögen vergleichen zu können, wurden alle Waveformen in ein 100% Diagramm eingeordnet, wobei festgelegt wurde, dass die erste Ortsfrequenz (breiteste Linien links im Bild) jeweils einem maximalem Signal von 100% entspricht.

Gemessen wurden die Wertepaare von höchstem und niedrigstem Signalwert jeweils unmittelbar nach einem weißen Trennstrich, der im Waveform als 100% Aussteuerung zu erkennen ist. Daraus ergaben sich folgende Werte. Die Werte der tatsächlichen Grenzfrequenz sind in diesem Fall nicht angegeben. Da es nicht möglich war, das Testbild mit der GoPro normkonform aufzuzeichnen würden so nur falsche Rückschlüsse hinsichtlich der Qualität der GoPro entstehen. Hier ist nur festzuhalten, dass sich die Grenzfrequenz stetig steigert. Da alle Aufnahmen mit demselben Chart vorgenommen wurden konnte in den Werten die folgende Tendenz festgestellt werden.

Grenzfrequenz - Messpunkt	ALEXA		GoPro Standard		GoPro Protune	
	S _{max}	S _{min}	S _{max}	S _{min}	S _{max}	S _{min}
1	100	0	100	0	100	0
2	100	20	98	10	95	30
3	99	35	95	33	90	50
4	98	50	90	50	87	62
5	97	60	79	60	80	70
6	96	65	75	65	78	72
7	92	70	73	65	77	72
8	89	72	71	65	76	72
9	87	76	70	66	75	72
10	85	80	69	66	74	71
11	84	80	68	65	73	70
12	84	80	67	64	73	70

*Tabelle 13: maximale und minimale Signalwerte zu bestimmten Ortsfrequenzen. Angaben in %
(Quelle: Eigene)*

Gemäß der Formel für die MTF ergeben sich folgende Werte und das daraus folgende Diagramm.

Ortsfrequenz - Messpunkt	ALEXA	GoPro Standart	GoPro Protune
1	100	100	100
2	67	81	52
3	48	63	29
4	32	29	17
5	24	14	7
6	19	7	4
7	14	6	3
8	11	4	3
9	7	3	2
10	3	2	2
11	2	2	2
12	2	2	2

Tabelle 14: MTF Werte für die einzelnen Ortsfrequenzmesspunkte. Angaben in % (gerundet)
(Quelle: Eigene)

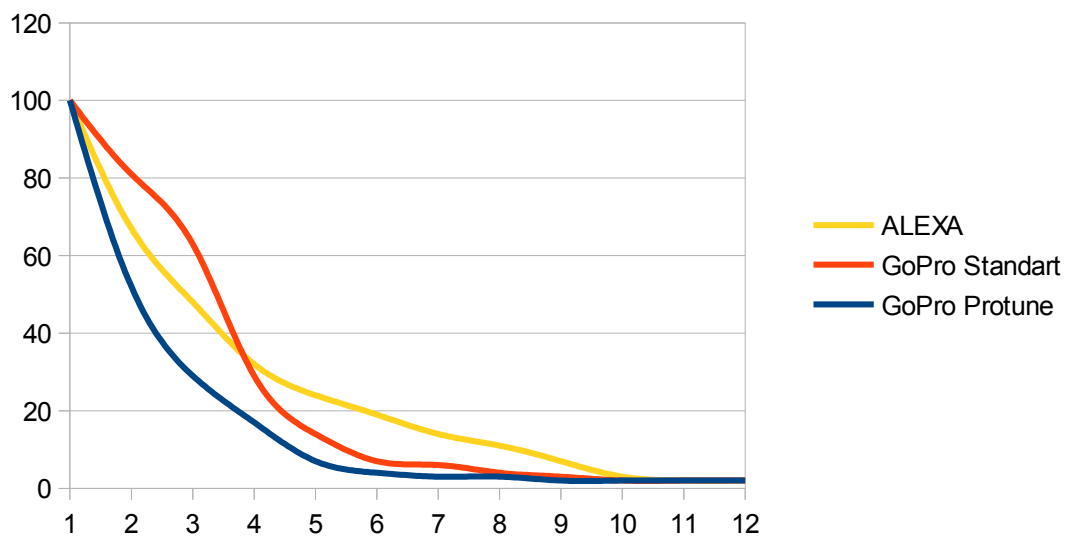


Abbildung 14: MTF Diagramm. Y-Achse in %; x-Achse in Ortsfrequenz-Messpunkten (Quelle: Eigene)

Wie zu erwarten war liegt die GoPro im Protune – Modus und auch im höherfrequenten Bereich des Standardmodus unter dem Auflösungsvermögen der ALEXA. Überraschend ist jedoch das bessere Auflösungsvermögen der GoPro im Standardmodus bis hin zum 4. Messpunkt. Dies wird vermutlich durch den intern eingefügten hohen Kontrast verursacht. Bei feineren Linien hilft dies aber nicht über das schwächere Auflösungsvermögen an sich (siehe Protune – Modus) hinweg. Generell kann also festgestellt werden, dass die ALEXA das höhere und gleichmäßig abfallendes Auflösungsvermögen hat.

3.7.2 Testchart TE167 (Testbesen)

Dieses Testchart dient ebenfalls dazu die Auflösung der Kameras zu bestimmen. Im Folgenden finden sich die Testcharts und deren ausschnittsweise Vergrößerungen.

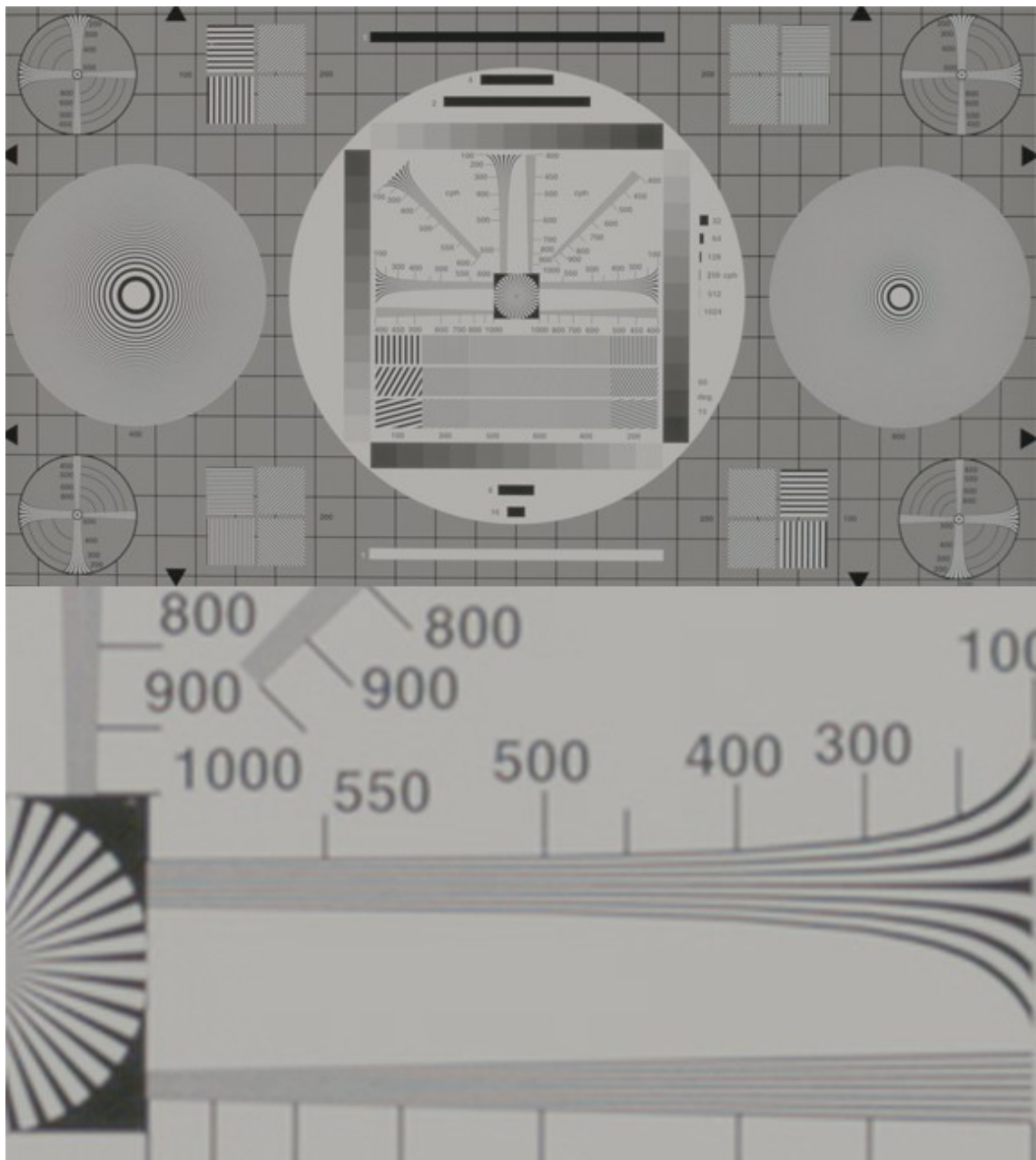


Abbildung 15: Testbesen ALEXA (Quelle: Eigene)

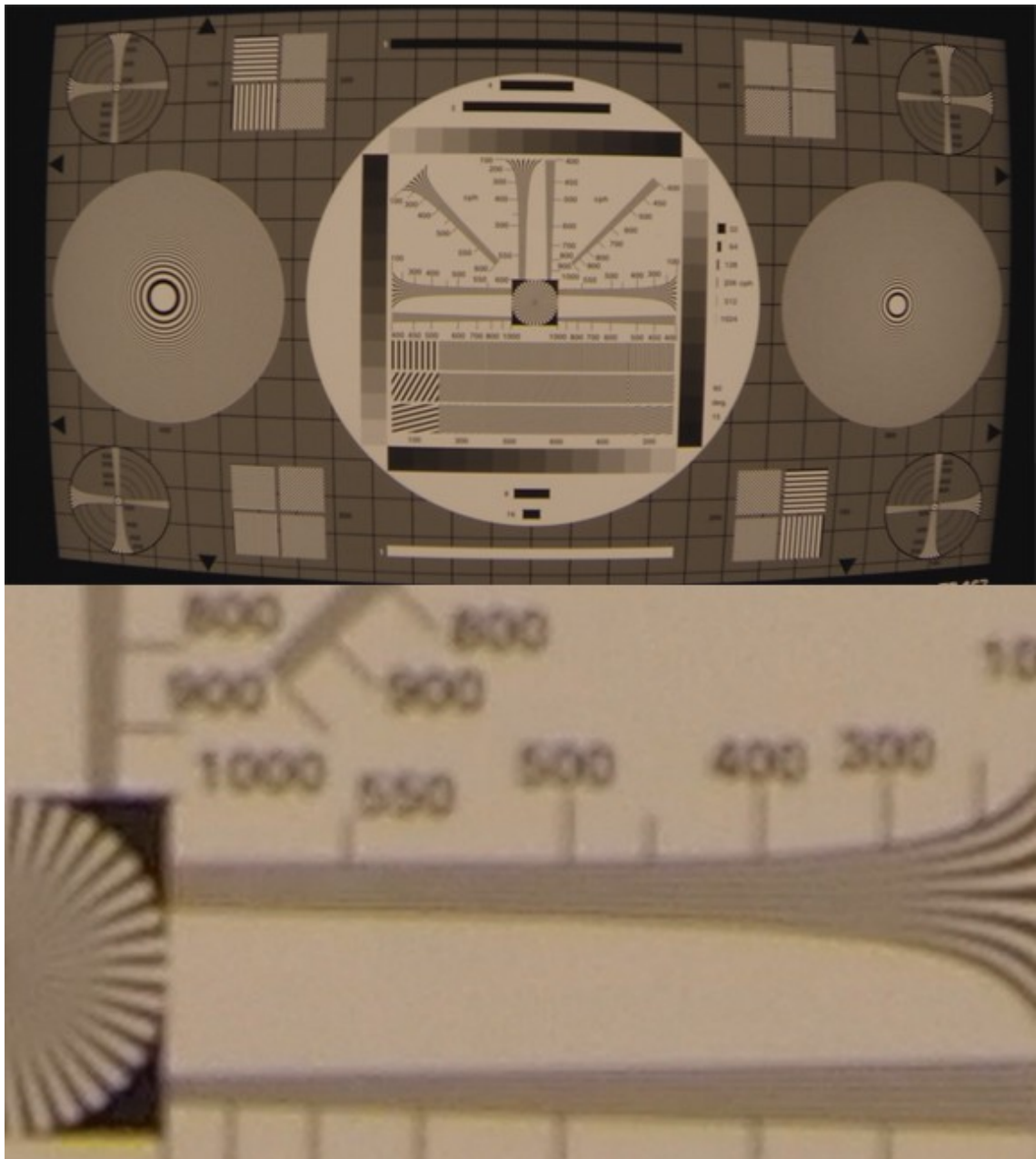


Abbildung 16: Testbesen GoPro Standard (Quelle: Eigene)

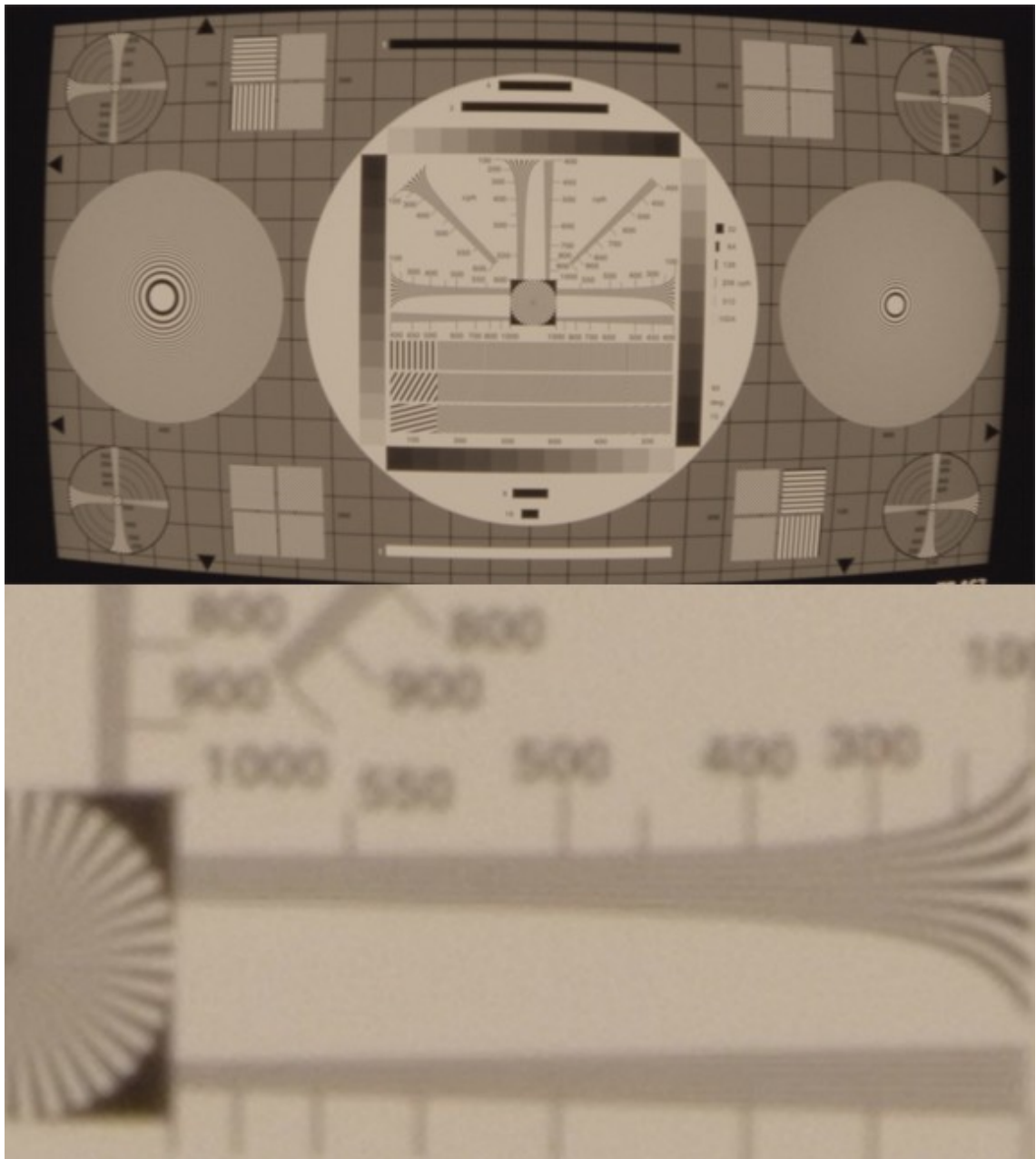


Abbildung 17: Testbesen GoPro Protune (Quelle: Eigene)

Bei diesem Testchart sind die Auflösungsunterschiede zwischen GoPro und Alexa deutlich sichtbar. Während die ALEXA bis zum Wert 500 cph (cycles per height) und sogar noch etwas darüber hinaus klare Linien zeichnet, entsteht bei der GoPro bereits ab dem Wert 200 cph eine graue Masse. Ein Unterschied zwischen den beiden GoPro Modi ist nicht erkennbar.

3.7.3 Testchart TE226 (Farbfelder)

Hier nun die Aufnahmen des Farbfeldtestcharts. Dazu die Anzeigen der RGB Parade, des Vektorskops sowie eine auf 500% vergrößerten Ausschnitt zweier Farbfelder.

Bei der Alexa fällt zuerst auf, dass alle drei Farbsignale auf einem Level liegen, wodurch sich ein perfekter Weißabgleich ergibt. Dieser wurde manuell auf 3200K eingestellt. Die Farbwiedergabe ist gut, wenn die Farben durch das LogC Processing auch etwas entsättigt sind. Artefakte sind in der Vergrößerung kaum bis gar nicht erkennbar. Auch die Kanten wirken selbst bei dieser Vergrößerung scharf.

Das Vektorskop schlägt bei der GoPro Standard Aufnahme am stärksten von allen drei Testaufnahmen aus, was auf die gesättigten Farben zurückzuführen ist. Der sich hier in Betrieb befindliche automatische Weißabgleich bringt zwar Rot und Grün auf ein ähnliches Level, in der RGB-Parade ist jedoch deutlich zu sehen, dass das Signal für Blau zu hoch ist. Dadurch wirkt das Bild etwas kühl, was besonders am Weiß in der linken unteren Ecke sichtbar ist. In dem vergrößerten Ausschnitt aus dem Testchart rechts unten sind deutliche Kompressionsartefakte erkennbar. Bei einer Farbkorrektur und einer Werteveränderung, zum Beispiel beim Hinzufügen von Kontrast, würden diese Stellen noch deutlicher sichtbar werden.

Die Aufnahme im Protune Modus fällt im Vergleich zur Aufnahme des Standard Modus deutlich blasser und verwaschener aus. Die Farben sind bei weitem nicht so gesättigt und kontrastreich wie im Standard Modus, was auch am vergleichsweise gering ausschlagenden Vektorskop deutlich wird. Auffallend ist auch der fehlende Weißabgleich, welcher sich in drei unterschiedlichen Levels der RGB Werte widerspiegelt. Durch das dominante Rotsignal wirkt das gesamte Bild etwas zu warm. Diese Rot-Tendenz zeigt sich auch im Vektorskop. Dies hat zur Folge, dass die eigentlich feinen Rot-Ton-Unterschiede in dieser Aufnahme fast identisch aussehen. So wirken Rot, Magenta, Hautfarbe und Orange fast wie derselbe Farbton. Auch im Protune Modus sind bei der Vergrößerung schon deutliche Artefakte erkennbar, jedoch nicht ganz so stark wie im Standard Modus. Die Kanten sind unschärfer als im Standard Modus.

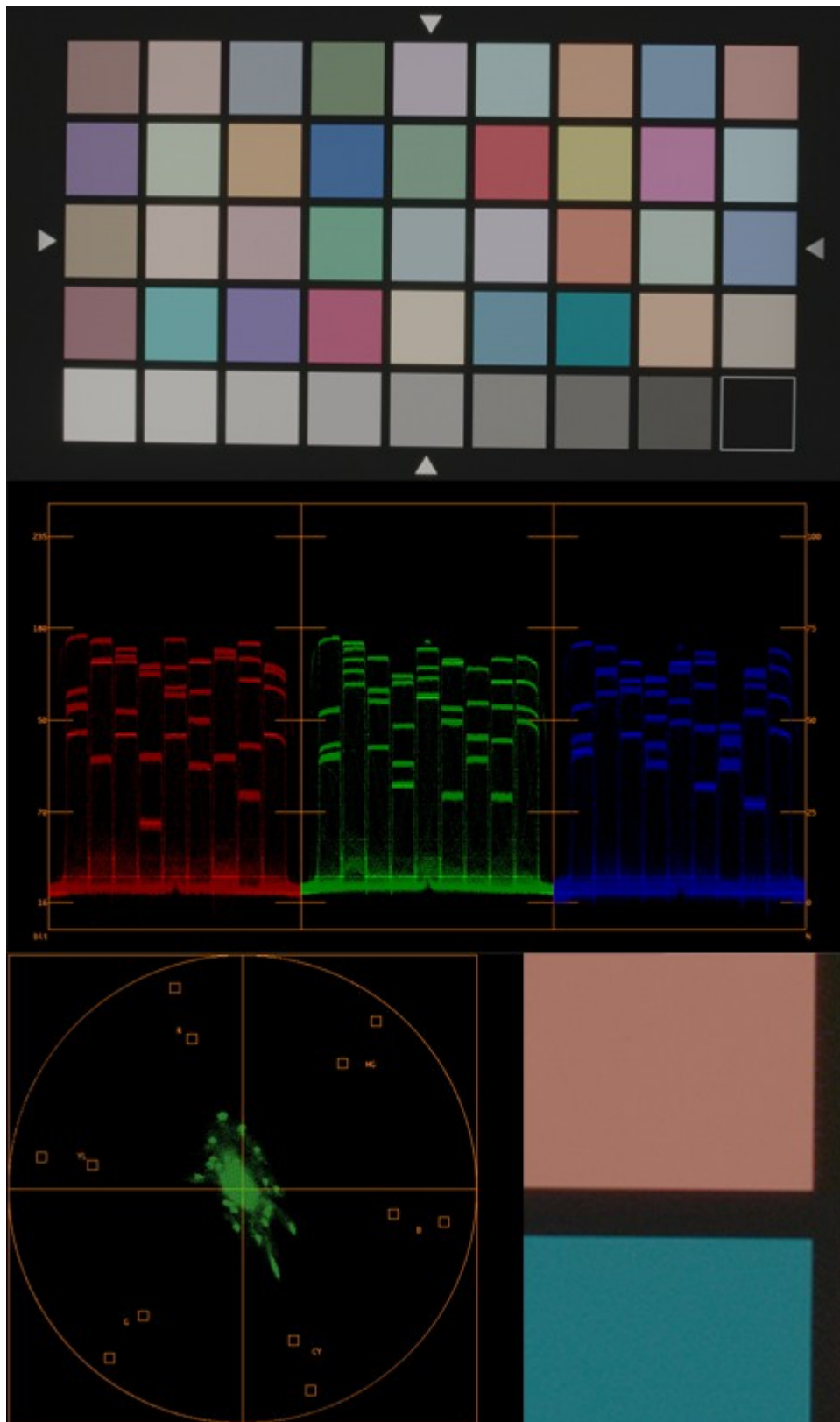


Abbildung 18: Farbfeldtestchart ALEXA (Quelle: Eigene)

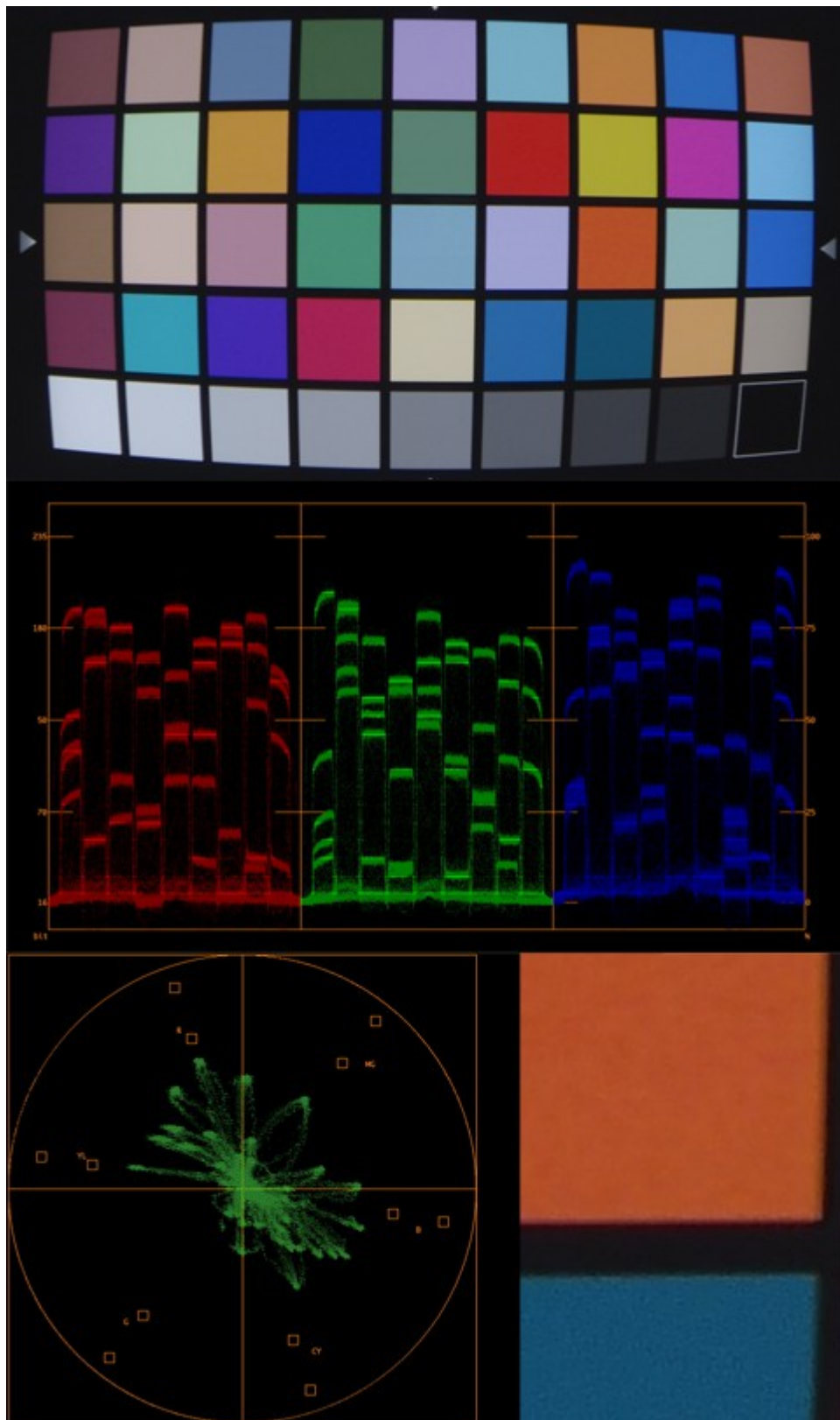


Abbildung 19: Farbfeldtestchart GoPro Standard (Quelle: Eigene)

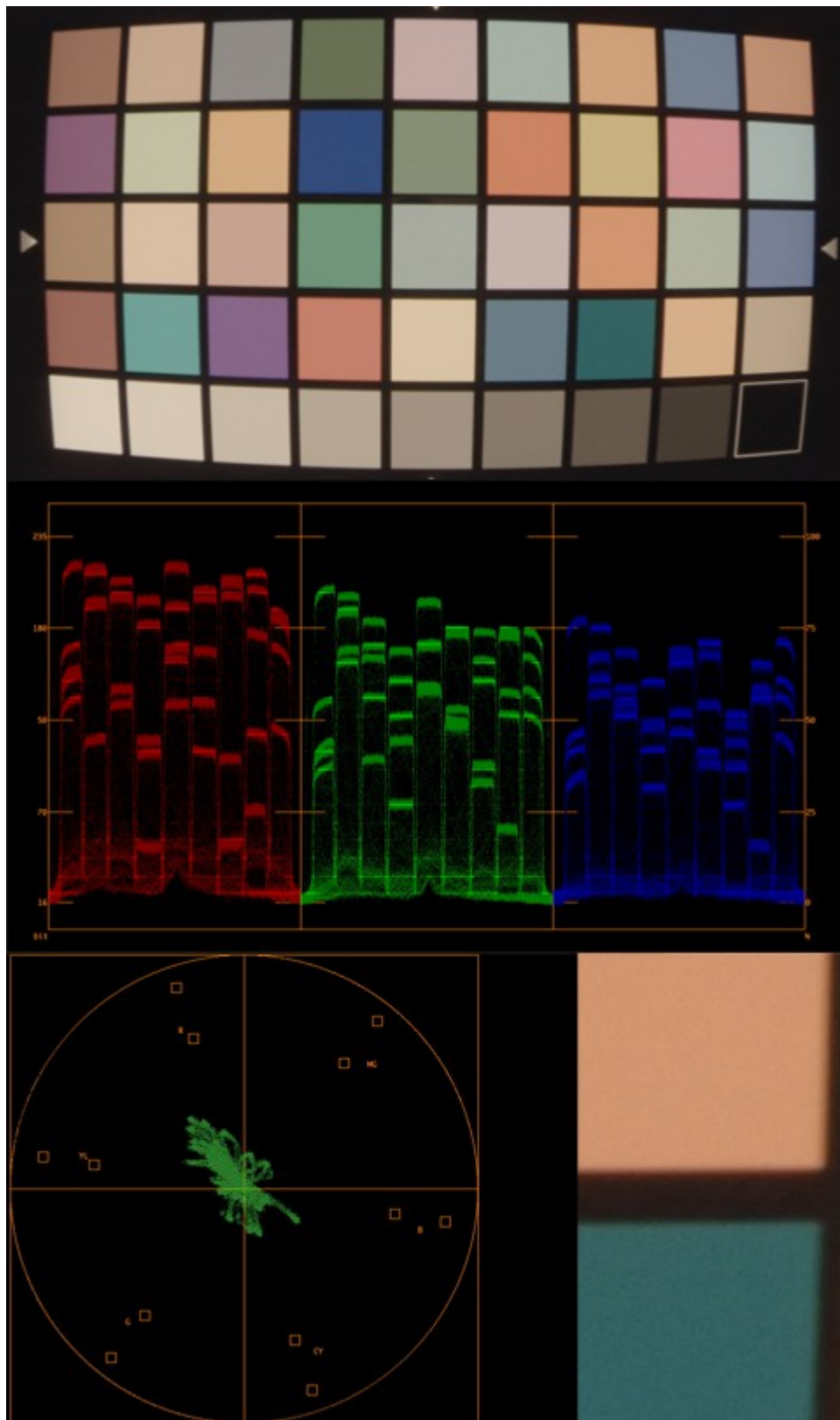


Abbildung 20: Farbfeldtestchart GoPro Protune (Quelle: Eigene)

3.7.4 Gesichtsaufnahmen

Neben den Testcharts ist auch der Vergleich der Spielszenen in den verschiedenen Aufnahmemodi interessant. Sie bieten an Hand von Aufnahmen, die so in einer szenischen Produktion vorkommen einen praktischen Vergleich der verschiedenen Materialien außerhalb des Testlabors. Dabei ist zu beachten, dass diese Shots nie zu 100% identisch sein können.⁹³

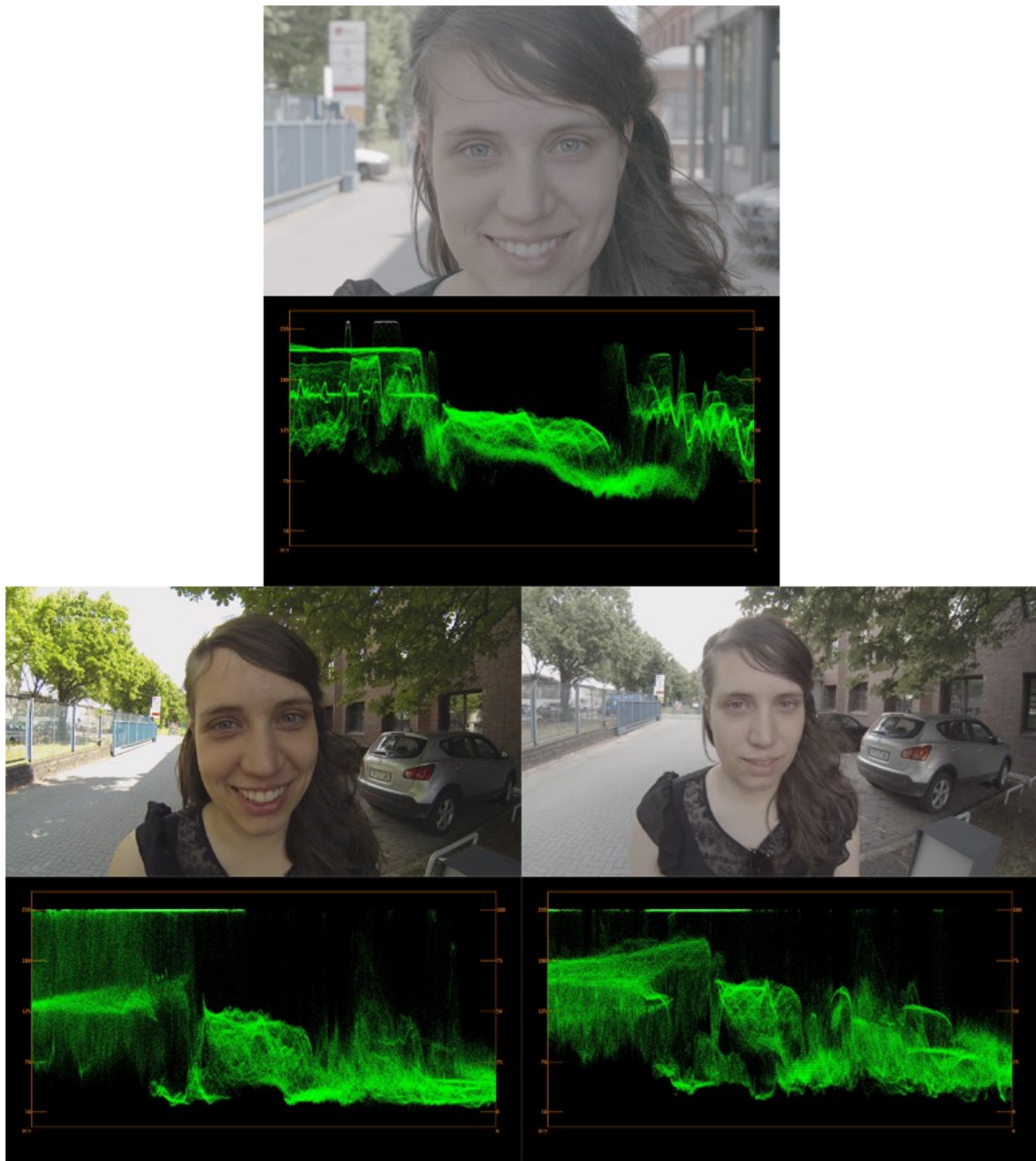


Abbildung 21: Vergleich Gesicht; oben: ALEXA; unten links: GoPro Standard; unten rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene)

93 Siehe 4.3

Das LogC Material der ALEXA bietet ein, vor allem im Mittenbereich, konzentriertes Signal, das für die Farbkorrektur viel Spielraum nach oben und unten lässt. Dagegen zeichnet die Waveform des GoPro Standard Bildes schon deutlich extremer. Der Protune Modus bietet hier wieder deutlich mehr Spielraum. Von den beiden Modi reicht der Protune - Modus am nächsten an den LogC Modus der ALEXA heran.

Außerdem konnten bei dem Standardmodus der GoPro Farbfehler beobachtet werden, die im Protune Modus weniger deutlich ausfallen. Diese sind Anzeichen einer chromatischen Abberation. Der Effekt ist darauf zurück zu führen, dass sich die Lichtstrahlen nicht im Brennpunkt des Objektives bündeln.⁹⁴ So entsteht eine Verschiebung einzelner Farben (hier Blau), wie in Abbildung 19 zu sehen ist. Mit zusätzlichem Aufwand kann dies in der Postproduktion durch Bearbeiten der einzelnen Farbkanäle korrigiert bzw. vermindert werden.



Abbildung 22: Farbfehler in den Blättern links: GoPro Standard, rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene)

3.7.5 Verhalten bei Überbelichtung

Um eine Überbelichtung herbei zu führen, wurde ein Bild mit großen Hell Dunkel Unterschieden gewählt: Dunkle Hauswand, heller Himmel, so dass die Helligkeitsautomatik der GoPro nicht mit einem Nachregeln der Helligkeit reagieren kann. Mit der ALEXA war es selbst bei offener Blende nicht möglich mit demselben Motiv eine Überbelichtung hervorzurufen, weshalb das Motiv ein anderes ist. Ein Vergleich ist zwar so nicht

94 Vgl. BET-Fachwörterbuch (2012): online; weiterführende Informationen auch in Vogel / Effenberg, 2010: S.177

möglich, jedoch sagt diese Tatsache an sich schon aus, dass der Kontrastumfang der ALEXA wesentlich höher ist als der der GoPro.

An diesem Bild wird besonders deutlich, dass der Protune Modus mehr Details erhält, als der Standardmodus. Während dort fast der komplette Himmel überstrahlt, ist im Protune Modus zum großen Teil noch Zeichnung sichtbar. Auch die Waveform spiegelt diesem Umstand wider. Durch die weniger extreme Verteilung des Signals können deutlich mehr Feinheiten im Bild erhalten werden. Dies geht zwar zu Lasten des Kontrastes, doch falls gewünscht kann dieser in der Farbkorrektur immer noch hinzugefügt werden. Im Gegensatz dazu sind überstrahlte Bildbereiche unwiederbringlich verloren.

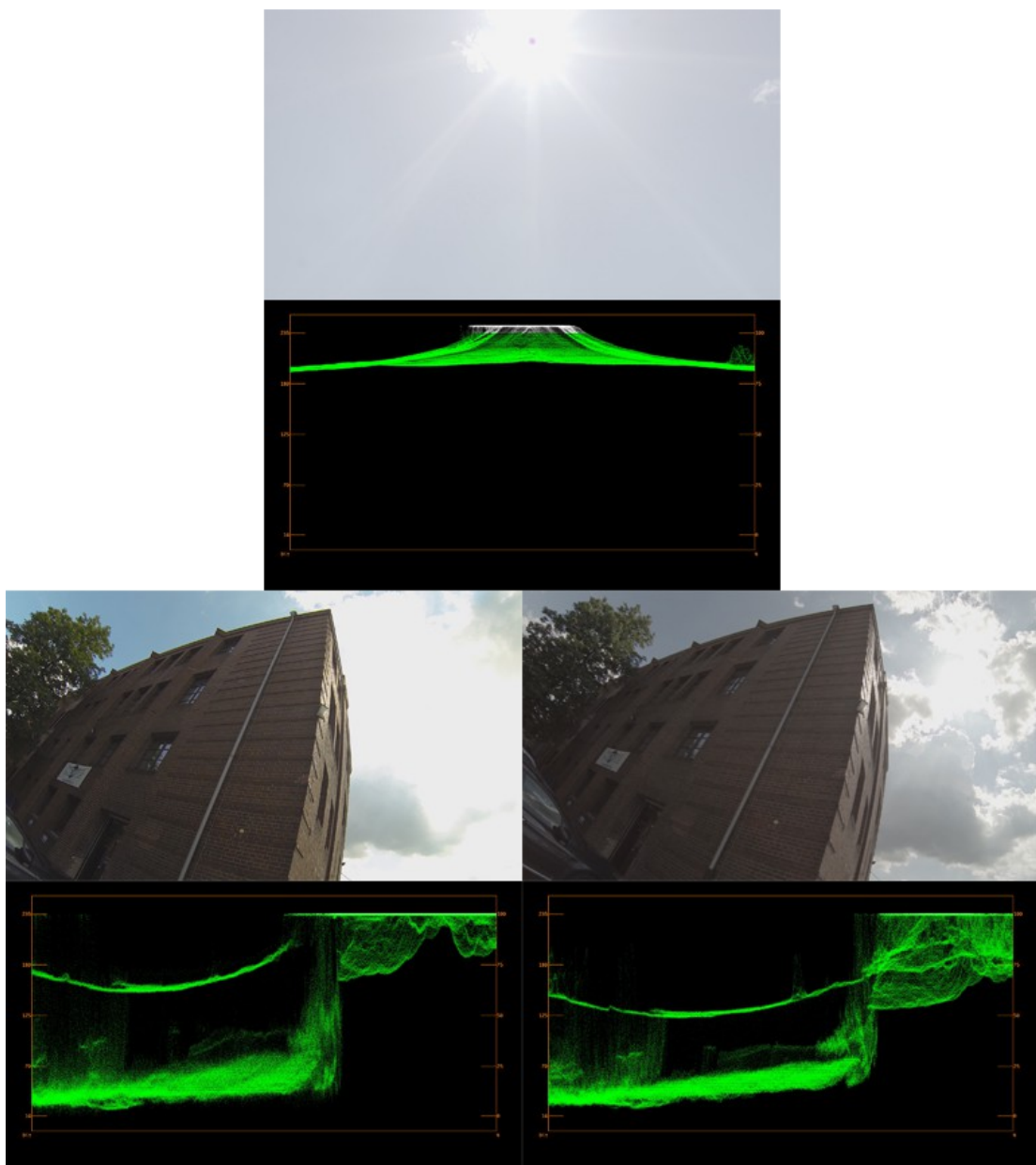


Abbildung 23: Überbelichtung; oben: ALEXA; unten links: GoPro Standard; unten rechts: GoPro Protune (Quelle: Eigene)

Man beachte den Bildfehler, der bei Überstrahlung im ALEXA Motiv auftritt. Bei der GoPro sind solche Bildfehler durch Überbelichten nicht aufgetreten..

3.7.6 Verhalten bei Unterbelichtung

Auch bei unterbelichteten Verhältnissen sind im Protune Modus deutlich mehr Details sichtbar, sogar mehr, als bei selben Verhältnissen mit der ALEXA bei offener Blende aufgenommen werden konnten. Dies kommt jedoch mit enorm hohem Rauschen einher.

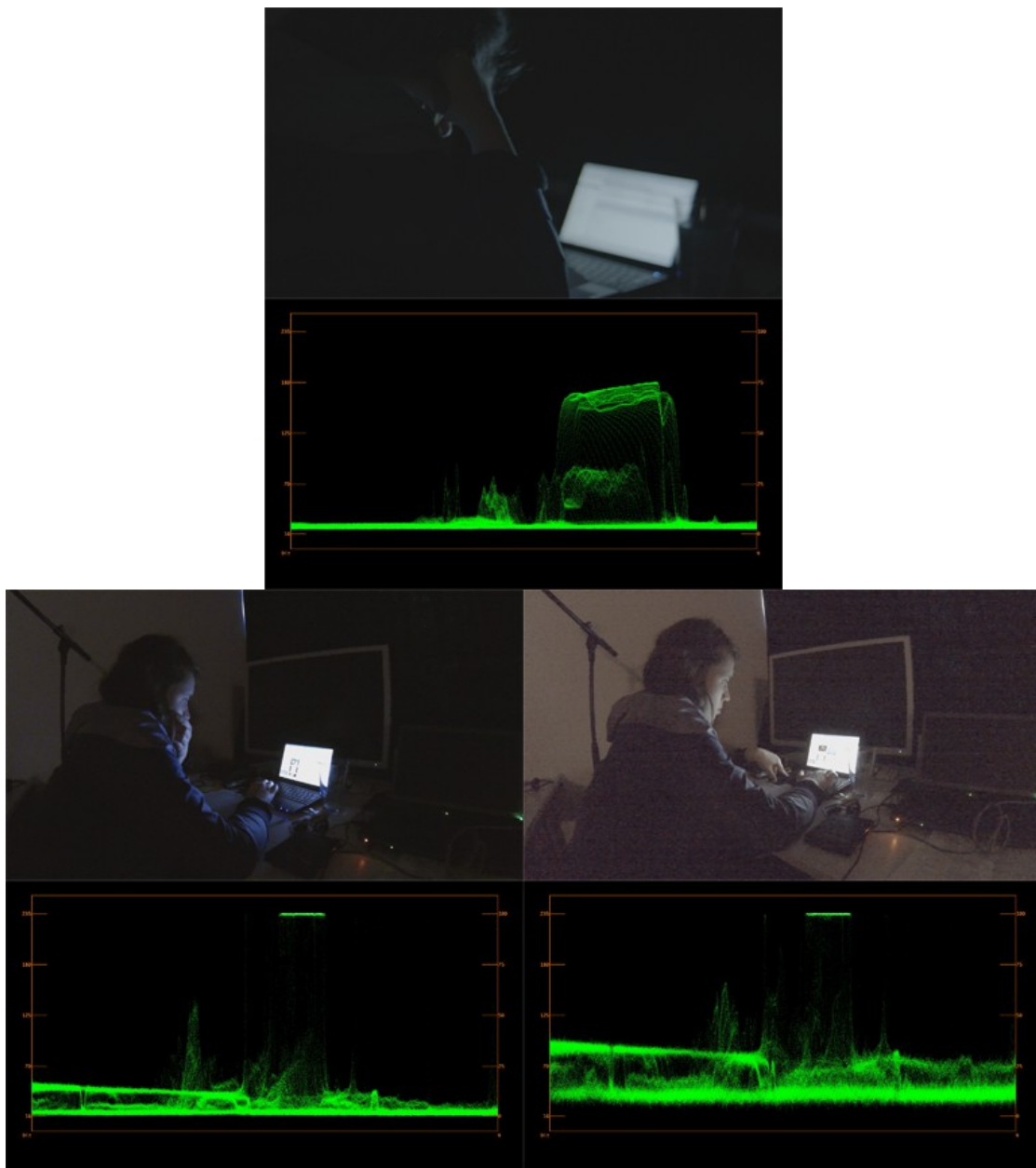


Abbildung 24: Unterbelichtung; oben: ALEXA; unten links: GoPro Standard; unten rechts: GoPro Protune
(Quelle: Eigene)

Bei den weiteren Testaufnahmen (Objekt und Kamerabewegung) wurden keine ungewöhnlichen oder nennenswerten Beobachtungen gemacht.

3.8 Codecvergleich

Für die Fragestellung wichtiger als die eigentliche Bildqualität ist die Frage des Codecs. In diesem Punkt wird deshalb das Zusammenspiel von Bildmaterial und den verschiedenen Codecs während der Bearbeitung untersucht. Alle Codecs und Aufnahmen wurden dabei einer identischen Veränderung unterworfen. Diese bestand aus einer maximalen Anhebung des Kontrastes sowie der Sättigung im „Film Grade“ Modus des Baslight Systems.

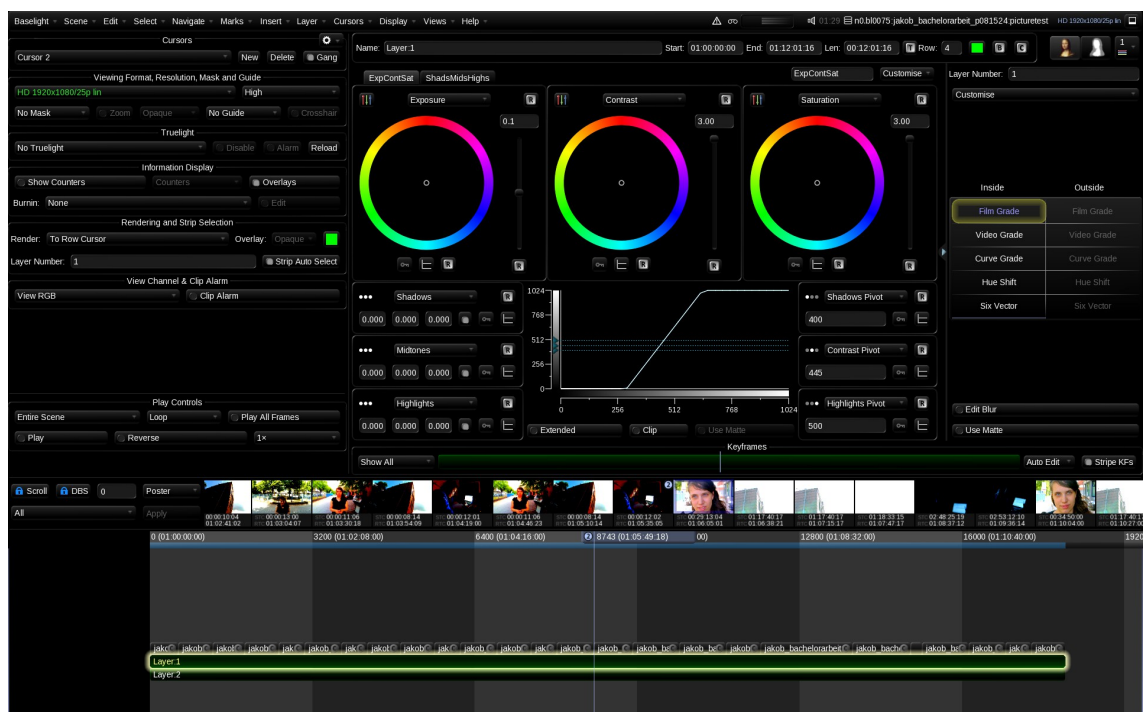


Abbildung 25: Screenshot Baselight. In der Sequenzanzeige zusehen: die Testsequenz sowie zwei Korrekturlayer über die gesamte Sequenz (Quelle: Eigene)

3.8.1 ProRes 4444 (ALEXA Referenz)

Bei der Beurteilung des Bildes fällt zunächst die angewandte LogC Gamma Kurve auf. Durch sie wirkt das Bild verwaschen, ungesättigt, unscharf und weniger brillant. Wie bereits im Punkt 2.1.2 beschrieben, können dadurch aber mehr Details des Bildes erhalten werden. Helle Bereiche brennen weniger schnell aus und auch im Dunklen bleibt mehr erhalten. Kurz, die Clipping-Grenzen werden weniger schnell erreicht.

Beim Grading erweist sich die LogC Kurve insofern als hilfreich, dass der Colorist mehr Spielraum bei der Farb- und vor allem bei der Kontrastgestaltung hat, da mit LogC ein hoher Dynamikumfang aufgezeichnet wird und dadurch viel Raum nach oben und unten bleibt. Die LogC Eigenschaften sind jedoch nicht codecspezifisch.

Kompressionsartefakte im Bild sind auch bei extremen Bearbeitungen nicht zu erkennen. Gerade der ProRes 4444 Codec zeigt bei den Farben und deren Bearbeitung ein ausgezeichnetes Verhalten, da es sehr schwer ist durch Manipulation Bending Effekte, Artefakte, oder ähnliche störende Elemente zu erzeugen. Ein Grund dafür ist die ausreichend hohe Datenrate von 275 Mbit/s⁹⁵ und die Bittiefe von 10 Bit. Dem ProRes 4444 Codec kommt hier vor allem seine Chromasampling von 4:4:4 zu Gute, was das Optimum in der digitalen Bildproduktion ist.⁹⁶ Die Kurven auf dem Waveformmonitor und Vektorskop bleiben stets homogen, was wieder auf die hohe verfügbare Datenmenge zurückzuführen ist.

3.8.2 GoPro Standard – H.264

Das GoPro Material, das in der Standard Einstellung aufgenommen wurde besitzt satte Farben und einen hohen Kontrast. Dies ist für eine umfangreiche Nachbearbeitung weniger hilfreich, da durch das kameraintern eingesetzte Preset schon ein Großteil an (Farb-)Informationen und Kontrastumfang verloren gehen.

Hinzu kommt die vergleichsweise geringe Datenrate von 20 Mbit/s, einem I-Frame Abstand von 15 Bildern, eine Bittiefe von 8 Bit und ein Chromasubsampling von 4:2:0. Das führt dazu, dass bei der Farbkorrektur schnell die Grenzen erreicht sind, in denen das Bild für eine TV-Produktion noch vertretbar aussieht. Artefakte und Bending Effekte sind schnell sichtbar. Die Kurven des Waveform Monitors und auch die Farbanzeige des Vektorskops erscheinen bei großen Veränderungen zerhackt. Das heißt, bei den eigentlich aus einem Stück bestehenden Kurven werden einzelne, treppenartige Abschnitte sichtbar. Dies hängt mit der Bittiefe von 8 Bit zusammen. Hier stehen für die getesteten Veränderungen nicht die nötigen Informationen und Spielräume bereit, um feinere Abstufungen zu ermöglichen.

Der niedrige Kontrastumfang macht sich auch bei Extremsituationen bemerkbar, etwa bei sehr hellen, sehr dunklen und kontrastreichen Bildern. Die Clipping-Grenzen sind

⁹⁵ Apple official, 2012: S.18

⁹⁶ Siehe Punkt 2.4.6

schnell erreicht, hinter denen der über- oder unterbelichtete Teil flächig wird und keine Zeichnung mehr aufweist.

3.8.3 GoPro Protune – H.264

Der Protune-Modus arbeitet ebenfalls mit einer Bittiefe von 8 Bit und einem Chromasub-sampling von 4:2:0. Die Datenrate liegt jedoch mit 35 Mbit/s etwas höher als im Standard Modus der GoPro und auch der Abstand der unabhängig codierten I-Frames wurde auf 8 verringert. Ein weiterer entscheidender Unterschied ist das neutralere Processing in der Kamera selbst. Dadurch wirkt das Bild flacher, ausgewaschener, kontrastärmer und ungesättigter als sein Standard Äquivalent. In dieser Analyse war zusätzlich der Weißabgleich auf „Cam-RAW“ eingestellt, was ihn praktisch deaktiviert. Das Bild wird nun so unbearbeitet wie möglich aufgezeichnet.

Dies macht sich mit Blick auf die Farbkorrektur und die Bildqualität auch deutlich positiv bemerkbar. So ist der Detailreichtum schon merkbar höher. Auch Auswirkungen der Chromatischen Abberation sind nicht so deutlich sichtbar. Der Kontrastumfang ist im Vergleich zu den Standardbildern schon deutlich höher. Helle Bereiche brennen weniger stark aus und auch im dunklen sind mehr Details erkennbar, obgleich hier das Rauschen stark zunimmt. Insgesamt erinnert das flache Bild im Vergleich an den LogC Modus der ALEXA. An dessen Qualität kommt er aber allein auf Grund der technischen Rahmenbedingungen nicht heran.

Zwar bietet der Protune – Modus von Beginn an eine bessere Grundlage für eine Farbkorrektur, jedoch sind die Limitierungen des Codecs, abgesehen von der geringfügig höheren Datenrate, dieselben wie im Standardmodus. Auch hier sind deshalb die Bearbeitungsgrenzen schnell erreicht und auch hier wird das Zerhacken der Messkurven beobachtet.

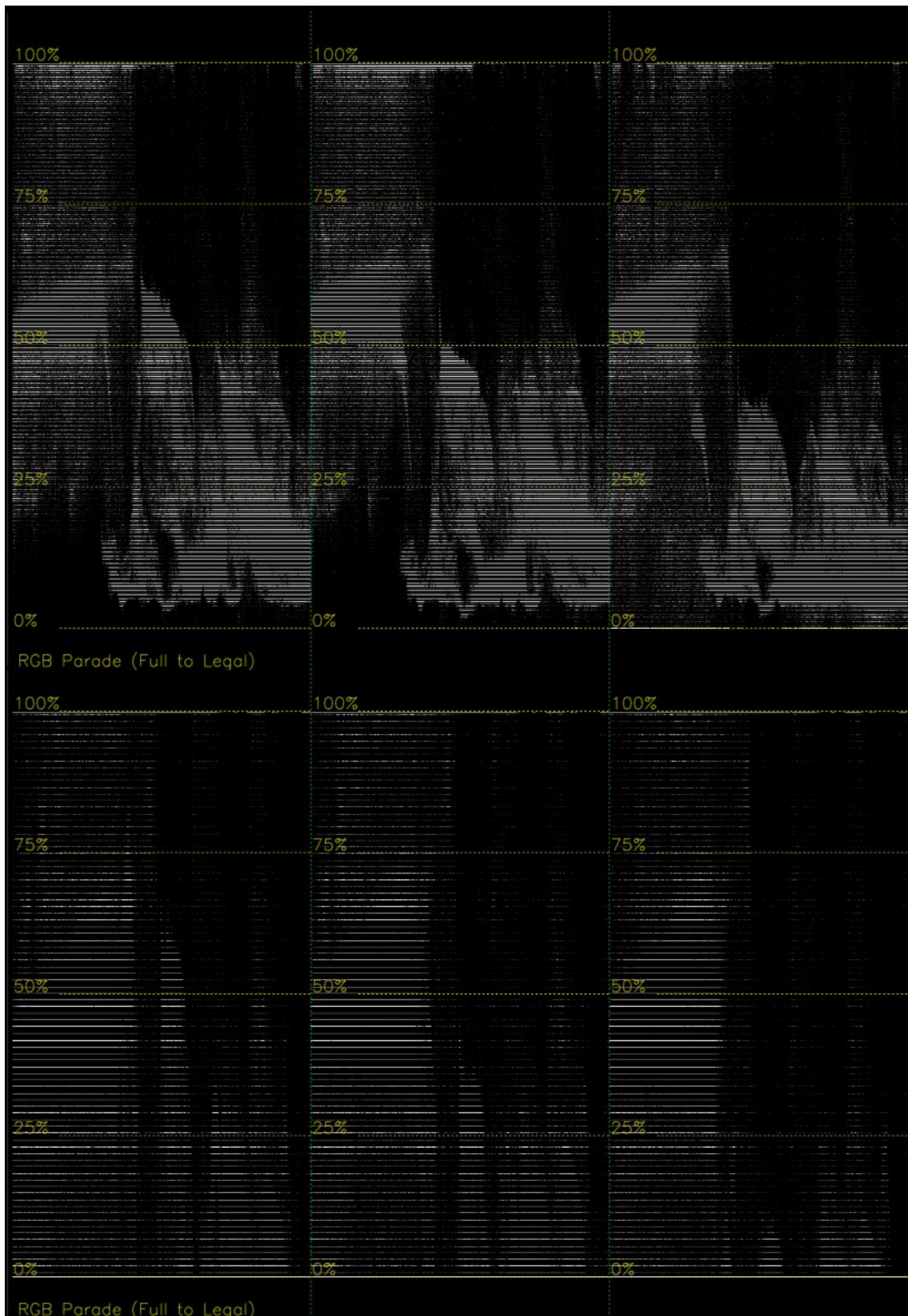


Abbildung 26: Screenshot Waveform. oben: GoPro Standard Material vor der Bearbeitung; unten: danach
(Quelle: Eigene)

3.8.4 DNxHD185X

Der DNxHD Codec arbeitet mit einer Bitrate von 185 Mbit/s, hat eine Bittiefe von 10 Bit und ein Chromasubsampling von 4:2:2. Damit ist er auf einem hohen Niveau und geeignet für die professionelle Postproduktion. Wenngleich die Qualität des ProRes 4444 hier schon allein von den Werten nicht erreicht wird.

Im Rahmen dieser Analyse muss noch unterschieden werden, ob das Quellmaterial von der ALEXA oder der GoPro stammt, da die Qualität natürlich schon durch die Aufnahme und den Ursprungscodec gestaltet wird. Dabei gelten zunächst alle Merkmale, die für die oben beschriebenen ursprünglichen Aufnahme-Codecs dargelegt wurden.

Durch die Konvertierung ändert sich für den ProRes 4444 Codec das Chromasubsampling und die Bitrate wird heruntergerechnet, was mit dementsprechenden Qualitätseinbußen verbunden ist. Interessanter ist jedoch das Verhalten mit dem GoPro Material. Dieses erfährt durch die Konvertierung eine qualitative Aufwertung, wenn man alleine die technischen Daten betrachtet. Zwar können dadurch natürlich keine Details entstehen, die schon bei der Aufnahme verloren gingen, doch bei der Bearbeitung wurde mit dem konvertierten GoPro Material Verbesserungen im Verhalten auf Änderungen beobachtet.

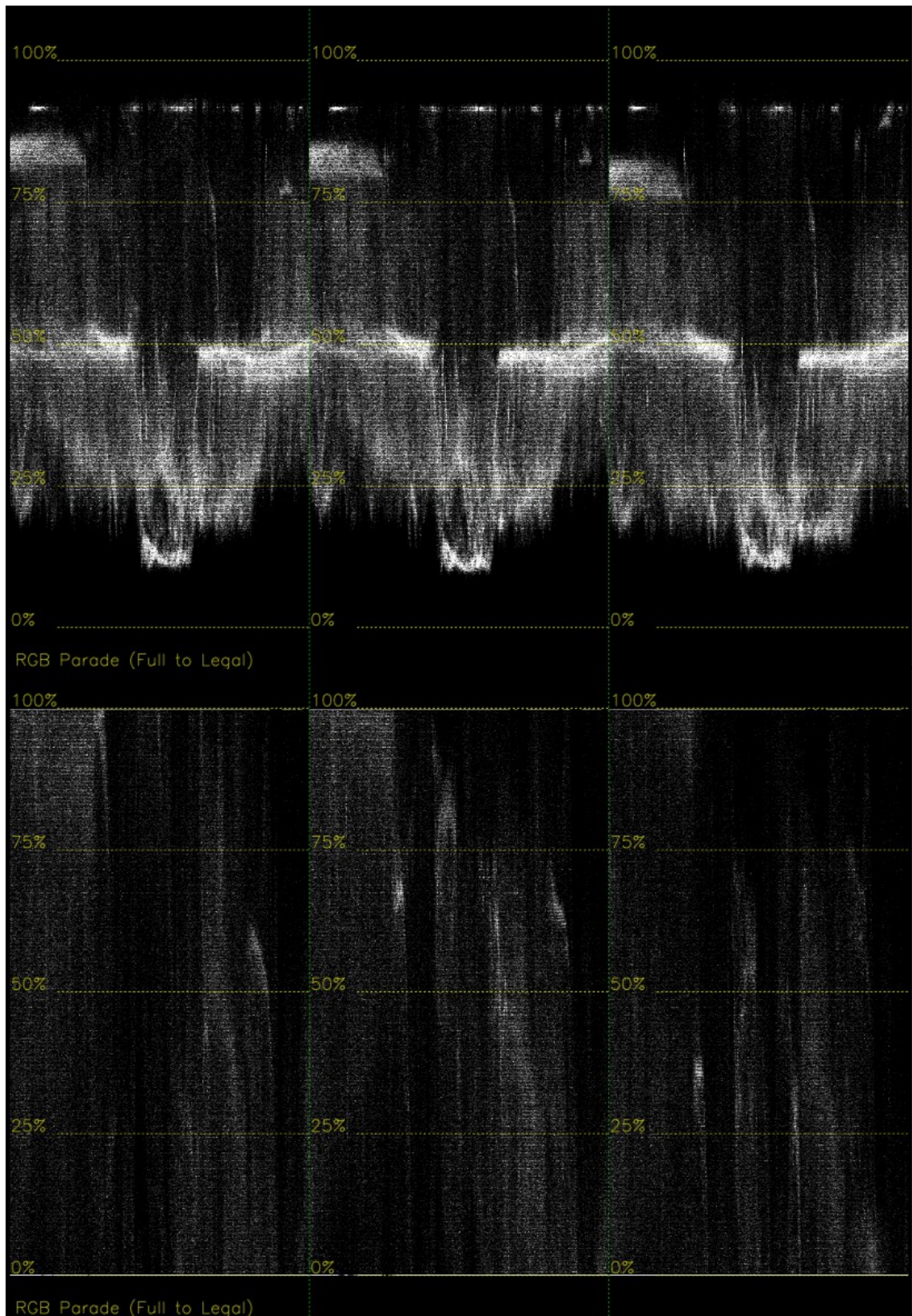


Abbildung 27: Screenshot Waveform. In DNxHD 185 X gewandeltes GoPro Protune Material. oben vor und unten nach der Kontrasterhöhung. Die Waveform bleibt homogen. (Quelle: Eigene)

Das sich im DNxHD befindliche GoPro Material reagiert deutlich homogener auf Veränderungen. Das Zerhacken der Messkurven bleibt aus und es ergibt sich ein fließenderes Bild. Dies ist auf die erhöhte Bittiefe zurückzuführen. Denn nun stehen dem System deutlich mehr potentielle Werte zur Verfügung, die bei einer Wertveränderung (wie einer Farbkorrektur) genutzt werden können. Dadurch können vorher nicht vorhandene Zwischenräume genutzt werden und die Kurve wirkt dadurch homogener.

Die Artefaktbildung und Bending Effekte wirken etwas reduziert.

Dennoch ist der Spielraum nicht mit dem des ALEXA Materials vergleichbar, da die Ausgangswerte immer noch sehr begrenzt sind.

Vergleicht man das gewandelte Material mit dem Ausgangsmaterial ist visuell kein Unterschied bemerkbar. Selbst auf 1000% vergrößert ist nur mit viel Mühe erkennbar, dass das DNxHD Material ein bisschen weniger Struktur aufweist. Dies ist auf den Informationsverlust zurück zu führen, der bei jeder Wandlung entsteht.

Durch das Transcoding wurde ein Timecode in das neue File eingebettet, welcher die korrekten 25 fps widerspiegelt.

3.8.5 GoPro Protune – CineForm High

Der CineForm Codec arbeitet ähnlich wie DNxHD 185 X mit einer Bittiefe von 10 Bit, einem Chromasubsampling von 4:2:2. und einer variablen Bitrate.

Nach der Wandlung des GoPro Materials waren eine leichte Verringerung von Details und die leicht anderen Farben erkennbar. Das Ergebnis ist schlechter als beim DNxHD Codec und bei 10facher Vergrößerung schon deutlich zu sehen. So verliert das Haar deutlich an Struktur.

Durch die 10 Bit ergeben sich aber auch hier die gleichen Vorteile, die bereits beim DNxHD185X Codec beschrieben wurden. Durch die Wandlung wurde in den Active Metadata außerdem ein Standard für die Farben eingestellt, der zu einer leichten Veränderung des Bildes hin zu einem wärmeren Farbton führt. Dies hat keine nennenswerten Vor- oder Nachteile für den Bearbeitungsprozess zur Folge, kann aber zu Irritationen führen.

Außerdem erwähnt werden sollte der durch die Wandlung in die Metadaten eingebettet (in diesem Fall falsche) Timecode.⁹⁷

⁹⁷ Siehe Punkt 3.4.5

3.8.6 GoPro Protune – CineForm Film Scan 2

Dieser Codec und sein Verhalten sind identisch mit der eben beschriebenen geringeren Qualitätstufe „High“. Der Unterschied besteht lediglich in der höheren Qualität. Dies wirkt sich positiv auf die aus dem Ursprungsmaterial erhaltenen Details aus.

4 Auswertung

Im Folgenden wird der Versuch ausgewertet. Dabei wird vor allem auf die Frage eingegangen, welcher Workflow für das Arbeiten mit GoPro Material technisch funktioniert und auch praktisch am komfortabelsten umsetzbar ist. Außerdem werden aus dem Codecvergleich Schlüsse über deren Eignung für den Workflow gezogen. Die Bildqualität an sich ist zwar nicht wesentlicher Teil dieser Untersuchung, da sie jedoch Auswirkungen auf die Bearbeitbarkeit des Materials hat, wird auch darauf kurz eingegangen. Auf Grundlage der Ergebnisse werden Empfehlungen gegeben, welche Verbesserungen bei zukünftigen Modellen der GoPro vorgenommen werden könnten.

Weiterhin findet sich eine Fehleranalyse, in der auf Probleme eingegangen wird, die bei der Bewertung des Versuches berücksichtigt werden sollten.

4.1 Auswertung Workflowvergleich

Von den insgesamt sieben getesteten Workflowvarianten gibt es zwei, die in dieser Art nicht durchführbar sind, drei, die mit einem Mehraufwand realisierbar sind und zwei, die einen problemlosen Arbeitsablauf ermöglichen.

Dabei ist der Offline-AAF-Workflow sowie der DNxHD185X-EDL-Workflow in der hier getesteten Form nicht durchführbar. Beim Offline-Workflow scheiterte es daran, dass mit einer AAF beim Conforming nicht auf andere Clips, als die bei der Erstellung der AAF aktuellen, verlinkt werden kann. In der DNxHD185X Variante gab es Probleme beim Rückführen in die Symphony mit einer EDL. Grund waren hier die fehlenden Tapedamen der aus dem Baselight exportierten Clips. Diese Probleme sind nicht unmittelbar auf das GoPro Material zurück zu führen, sondern stellen ein grundsätzliches Problem dar.

Der AMA – Workflow leidet in beiden Varianten darunter, dass bei einem Schneiden mit den Originaldaten eine enorm hohe Rechenleistung nötig ist. Dies wird durch das Verwenden der GoPro Clips noch verstärkt, da die GOP Struktur des H.264 Codecs zusätzlichen Rechenaufwand benötigt. Prinzipiell ist dieses Vorgehen jedoch möglich. Dazu geraten werden kann, wenn eine ausreichend große Rechenleistung verfügbar ist. So kann eine Transcodierung und eine damit einhergehende Qualitätsminderung im Schnitt vermieden werden. Außerdem wird das Datenaufkommen dadurch auf ein Minimum begrenzt.

Wird hier mit einer AAF weiter gearbeitet, gibt es keinerlei Einschränkungen und es sind keine Probleme während des Versuchs aufgetreten. Wird zum Transport eine EDL verwendet, ist Umsicht beim Conforming geboten. Hier fallen die unterschiedlichen Metadaten des GoPro Materials im Vergleich zum ALEXA Material ins Gewicht und machen einen Workaround nötig. Dennoch kann auch hier der Workflow erfolgreich abgeschlossen werden, wenn im Conforming sauber gearbeitet wird.

Der Offline-EDL-Workflow mit originalen GoPro Files oder in CineForm Studio transcodierten leidet unter den gleichen Problemen wie der vergleichbare AMA-Workflow. Auch hier ist es nur über Umwege möglich, die komplette Schnittsequenz zu conformen. Über diesen Umweg kann jedoch auch gearbeitet werden. Vorteilhaft hier ist die geringe Dateigröße in der Schnittphase, welche dem Rechner weniger Leistung abfordert und so mehr Spielraum für weitere Anwendungen offen lässt.

Zu empfehlen ist der DNxHD185X-Workflow mit einer AAF als Transportmittel. Er bietet den Vorteil, dass nur zu Beginn der Arbeit ein Transcoding stattfindet und alle Clips danach im selben Codec vorliegen, unabhängig vom Quellmaterial. Dadurch können die Dateien ohne Probleme mit einer AAF durch den Workflow transportiert werden. Die beim Schnitt verlangte Rechenleistung ist zwar höher als beim Offline-Schnitt, jedoch konnten im Versuch keine Beeinträchtigungen festgestellt werden. Der Nachteil ist, dass Material, welches im Original in einer besseren Qualität als DNxHD185X vorliegt gleich zu Beginn heruntergerechnet wird, womit Qualitätseinbußen auftreten.

Der uneingeschränkt empfehlenswerte Workflow ist ein Offline-EDL-Workflow mit zuvor in DNxHD185X transcodierte GoPro Files. Auch hier bleibt der Vorteil des geringen Rechenaufwands während der Schnittphase. Außerdem wird durch das hinzufügen eines eingebetteten Timecodes ein Conforming mit den gleichen Einstellungen wie für das native ALEXA Material möglich.

Als Ergebnis ist außerdem festzustellen, dass vor allem die fehlenden Metadaten der GoPro zu Problemen führten. Viele Systeme in der professionellen Postproduction greifen für einen geordneten Ablauf auf Daten wie Timecode, Tape- oder Clipname zurück. Durch das Fehlen dieser Informationen muss das GoPro Material immer gesondert behandelt werden.

Workflow	Pre-Transcode der GoPro Files	Praktikabilität	Vorteile	Nachteile
AMA - EDL	nein	Mit Mehraufwand	Schnitt und Farbkorrektur mit Originalmaterial	Erfordert sehr hohe Rechenleistung
AMA - AAF	nein	Möglich	Schnitt und Farbkorrektur mit Originalmaterial	Erfordert sehr hohe Rechenleistung
DNxHD185X AAF	nein	sehr gut	Arbeiten in nur einem Codec, besserer Bearbeitungscodec für GoPro-Clips	Verlust möglicherweise besserer Ausgangscodec
DNxHD185X EDL	nein	Nicht möglich	X	Nicht möglich
Offline - AAF	CineForm	Nicht möglich	X	Nicht möglich
Offline - EDL	CineForm	Mit Mehraufwand	Geringer Rechenaufwand beim Schnitt, besserer Bearbeitungscodec für GoPro-Clips	Conforming nur über Umwege möglich, Erstellen von Offline-Clips für den Schnitt nötig
Offline - EDL	DNxHD 185 X	sehr gut	Geringer Rechenaufwand beim Schnitt, Conforming ohne Umwege möglich, Grading mit Original / Pretranscodiertem Material möglich	Erstellen von Offline-Clips für den Schnitt nötig

Tabelle 15: Workflow-Vergleich Übersicht (Quelle: Eigene)

4.2 Auswertung Bildqualität

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Bildqualität der GoPro in jedem Fall schlechter ist als die der ALEXA.

In den gemachten Testaufnahmen wurde deutlich, dass der Standardmodus zwar durch einen hohen Kontrast und satte Farben auffällt, dadurch jedoch Farbfehler verstärkt werden und ein hoher Detailverlust hervorgerufen wird. Außerdem bleibt durch das mit Blick auf die Signalwerte ohnehin schon extreme Bild nur noch wenig bis gar kein Spielraum in der Farbkorrektur.

Der Protune Modus ist hier nicht ganz so extrem. Er bietet mehr Details und ungesättigtere Farben, was sich positiv auf die Möglichkeiten in der Postproduktion auswirkt. Die am Testbild erkannten Probleme bei der Farbwiedergabe haben sich in den Spelaufnahmen nicht erhärtet. Dennoch sollte dies bei einer Anwendung berücksichtigt und auf derartige Probleme geachtet werden. Trotzdem kann mit den beschriebenen Vorteilen bei einer professionellen Produktion klar zu diesem Aufnahmemodus geraten werden.

Abgesehen davon ist nochmals darauf hinzuweisen, dass der Bildsensor und die Datenrate der GoPro nicht den Anforderungen der „Technischen Richtlinie TPRF-HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF Ausgabe Oktober 2011“ für die Produktion von HD Beiträgen entspricht. Es ist zu raten, einen gewünschten Einsatz der GoPro im Voraus mit dem Endkunden abzustimmen.

4.3 Auswertung Codecvergleich

Im Workflow wurden fünf verschiedene Codecs untersucht. Dabei wird hier nicht auf den ProRes Codec eingegangen, da er keine Auswirkungen auf das GoPro Material hat.

H.264 ist der native Codec der GoPro – Aufzeichnung. Dadurch bietet er die beste Bildqualität, da mit jeder Transcodierung, auch in einen besseren Codec, Informationen verloren gehen. Dennoch treten bei der Verwendung des nativen Materials Probleme im Workflow auf. Auch bei der Bildbearbeitung sind hier Grenzen gesetzt, die mit anderen Codecs erweitert werden können.

Zum Beispiel mit dem CineForm Codec in seinen zwei untersuchten Qualitätsstufen. Dabei ist bei Verwendung eindeutig zur Film Scan 2 Qualitätsstufe zu raten, denn die Unterschiede sind durchaus sichtbar. Bei dem ohnehin qualitativ nicht so hochwertigen Material, sollte eine weitere Verschlechterung so gering wie möglich gehalten werden. Der CineForm Codec stellte sich in der Bearbeitung als Verbesserung heraus, da hier eine homogenere Veränderung des Bildes erkennbar war, als im Ursprungscodec. Im Workflow verursachte der Codec jedoch gerade beim Conforming deutliche Verwirrung, welche durch einen falschen Timecode hervorgerufen wurde. Dies ist vermutlich auf einen Programmfehler von CineForm Studio zurückzuführen, in dem es keine Einstellung für den Timecode gibt. Hinzukommt das undurchsichtige Verhalten der Active Metadata Eigenschaft des CineForm Codecs. Dies kann zu weiteren Irritationen führen. Eine Verwendung wird trotz des verbesserten Verhaltens in der Farbkorrektur

derzeit nicht oder nur bei fehlenden Alternativen empfohlen. Da meist Alternativen vorhanden sind, sollte eine Investition in die Software GoPro CineForm Studio Premium gründlich überdacht werden, obgleich sie die „Film Scan 2“ Qualität liefert.

Eine Alternative wäre jedoch der DNxHD185X Codec. Mit ihm konnte ebenso ein verbessertes Verhalten in der Bearbeitung erreicht werden. Dies ist auf die vergleichbaren hochwertigeren Codeceigenschaften wie im CineForm Codec zurückzuführen. Außerdem bot die Transcodierung in diesen Codec enorme Vorteile im Workflow, welche auf den eingebetteten richtigen Timecode zurückzuführen sind. Die Qualitätsverluste durch die Transcodierung waren zwar erkennbar, aber durchaus in vertretbarem Rahmen. Insgesamt kann also ein Transcodieren in diesen Codec für eine weitere Verarbeitung des GoPro Materials empfohlen werden.

Codec	Vorteile	Nachteile
H.264	Nativer GoPro Codec > beste Bildqualität	Geringer Bearbeitungsspielraum
CineForm „High“	Hoher Bearbeitungsspielraum	Merklicher Qualitätsverlust und falscher eingebetteter Timecode durch Transcoding
CineForm „Film Scan 2“	Hoher Bearbeitungsspielraum	Qualitätsverlust und falscher eingebetteter Timecode durch Transcoding
DNxHD185X	Hoher Bearbeitungsspielraum, richtiger eingebetteter Timecode durch Transcoding	Qualitätsverlust durch Transcoding

Tabelle 16: Codec-Vergleich Übersicht (Quelle: Eigene)

4.4 Fehleranalyse

4.4.1 Testbildaufnahmen der GoPro

Die Testbilder, welche mit der GoPro aufgenommen wurden, konnten nur eingeschränkt verwendet werden. Die Aufnahmen werden zunächst durch die fest montierte Fish-Eye Linse verfälscht. Dies muss vor allem bei den Auflösungstestcharts berücksichtigt werden. Außerdem ist es auf Grund des „Ultra Wide“ Winkels der GoPro unmöglich, die Testcharts bildfüllend aufzunehmen. Die Aufnahmen wurden daher mit der Winkeleinstellung „Narrow“ durchgeführt. Doch selbst bei dieser Einstellung musste die Kamera 21cm vor das Testchart platziert werden, um eine einigermaßen gute Bildfüllung zu erreichen. Dadurch wird jedoch die Grenze des Schärfebereiches deutlich

unterschritten, welcher ungefähr bei 60cm beginnt. Durch diese Unterschreitung ist es sehr schwer tatsächliche Rückschlüsse auf das Auflösungsverhalten zu ziehen, da durch den Versuchsaufbau an sich schon eine gewisse Unschärfe provoziert wird.

4.4.2 Wetter

Bei den Außenaufnahmen spielte das Wetter eine erhebliche Rolle. Durch die Wolken wechselten sich sonnige und somit harte Schatten mit einem, bei bedecktem Himmel, gleichmäßigem konfusem Licht ab. Trotz Vorsicht konnte nicht in allen Shots eine einheitliche Beleuchtung erreicht werden. Generell ist zu bedenken, dass die Spielszenen im Gegensatz zu den Testbildaufnahmen nie 100% identisch sein können.

4.5 Anregungen für die zukünftige GoPro

Durch die Untersuchung wurden im Wesentlichen zwei Mängel deutlich, welche den Nutzen der GoPro für eine professionelle Produktion einschränken.

Zum einen die Bildqualität, die zwar für eine Kamera ihrer Größe erstaunlich ist, aber dennoch hinter dem Qualitätsstandard für professionelle Produktionen zurück liegt. Durch einen größeren Sensor und eine höherwertige Codierung kann dies behoben werden. Dabei ist eine Einstellung, die das Aufzeichnen mit einer höheren Datenrate ermöglicht vielleicht ein Ansatzpunkt. Außerdem wäre zu überlegen, ob auch ein weiterer Codec, zur Auswahl gestellt wird, der bessere technische Rahmenbedingungen bietet, als der derzeit verwendete H.264 Codec. Doch selbst mit H.264 bestehen noch Möglichkeiten, die eine qualitative Verbesserung zulassen. Da CineForm und GoPro zum selben Unternehmen gehören, ist es naheliegend, ein natives Aufzeichnen mit diesem Codec zu erwägen. Natürlich gibt es dabei noch andere Dinge, die eine Rolle spielen, etwa wie schnell auf die Speicherkarte geschrieben werden kann oder die anfallenden Datenmengen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Fehlen sämtlicher Metadaten, wobei hier vor allem der fehlende Timecode Probleme bringt. Da durch das Implementieren eines Timecodes keine wesentlich höhere Datenmenge anfällt, ist dies ein Schritt, der zeitnah umgesetzt werden könnte und das Arbeiten mit GoPro Material vereinfachen würde. Andererseits würde es auch viel helfen, wenn man bei der Konvertierung mit CineForm Studio diverse Metadaten einbetten und vor allem die Timecode Basis richtig einstellen könnte. Dies ist ein offensichtlicher und bedauerlicher Mangel der getesteten Version.

Es ist zu erwarten, dass die Videoqualität mit dem nächsten Model und mit dem technischen Fortschritt weiter verbessert wird. Da GoPro mit der Einführung des Protune Modus bereits auf die Wünsche professioneller Anwender reagiert hat, ist auch eine Optimierung in diese Richtung zu erwarten.

5 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann fest gestellt werden, dass eine Integration des GoPro Materials in einen professionellen Postproduction Workflow möglich ist.

Mit Blick auf die Fragestellung hat sich gezeigt, dass es vor allem beim Transport von Sequenzen mit GoPro Material zu Problemen kommt. Ursache sind fehlende Metadaten im GoPro Material. Diese können durch die Transcodierung in einen anderen Codec behoben werden.

In der Farbkorrektur wurden ebenso Probleme deutlich. Diese liegen vor allem in der Codierung des GoPro Materials begründet. Auch hier kann mit der Transcodierung in einen anderen Codec ein besseres Ergebnis erzielt werden. An der vergleichsweise geringen Bildqualität ändert dies jedoch nichts.

Interessant wäre eine weiterreichende Analyse des optischen Systems der GoPro. Das müssen aber zukünftige Studien zeigen.

Sollte die GoPro in einer Produktion eingesetzt werden, ist schon bei der Workflowplanung auf die speziellen Anforderungen, die in dieser Untersuchung festgestellt wurden, zu achten. Damit können eventuelle Probleme schon von Beginn an vermieden werden. Das Material der GoPro erfordert dennoch in jedem Fall einen besonderen Umgang und Aufmerksamkeit bei der Bearbeitung.

Trotz der Probleme bei der Postproduktion gibt es genügend Argumente für den Einsatz der GoPro, wie zum Beispiel der durch den weiten Aufnahmewinkel erzeugte Look, ihr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und ihre Vielseitigkeit im Einsatz.

In Zukunft ist eine weitere Verbesserung der GoPro, auch mit Blick auf die Bedürfnisse professioneller Anwender, zu erwarten. Dort hat sich die GoPro in den letzten Jahren eine neue Zielgruppe erschlossen.

Literaturverzeichnis

APPLE official (2012): Apple ProRes White Paper. URL:

http://images.apple.com/finalcutpro/docs/Apple_ProRes_White_Paper_October_2012.pdf

Stand: 23.07.2013

ARRI official (2013a): Current ALEXA Camera Models. URL:

http://www.arri.com/camera/digital_cameras/cameras/alexa_model_comparison.html

Stand: 17.07.2013

ARRI official (2013b): LogC and Rec 709 Video. URL:

http://www.arri.com/camera/digital_cameras/learn/log_c_and_rec_709_video.html

Stand: 17.07.2013

ARRI official (2013c): Metadata in the ALEXA – White paper. For ALEXA SUP 8.0 – DRAFT. Digital Workflow Solutions. URL:

http://www.arri.de/camera/digital_cameras/downloads.html

Stand: 16.Mai 2013

AVID official (2012): Avid DNxHD Technology Beauty without the bandwidth.

Revolutionary Avid DNxHD® encoding. White paper zum DNxHD Codec. URL:

<http://www.avid.com/static/resources/US/documents/dnxhd.pdf>

Stand: 23.07.2013

AVID official (2013): DNxHD Codec - Beauty Without Bandwidth. URL:

<http://www.avid.com/US/industries/workflow/DNxHD-Codec>

Stand: 17.07.2013

BET-Fachwörterbuch (2012): Chromatische Aberration. URL:

<http://www.bet.de/Lexikon/Begriffe/ChromatischeAberration.htm>

Stand: 22.07.2013

BIEBLER, Ralf (2007): Video-Codecs. 1. Auflage. Fachverlag Schiele & Schön. Berlin.

BIEBLER, Ralf (2011): Infos zum Codec H.264. URL:

<http://www.avlab.de/mpeg4/h264-avc.html>

Stand: 17.07.2013

BROOKS, Harris (1995): Guide to EDL Management

Cleaning, Tracing, and EDL Formats. URL:

[http://www.edlmax.com/EdlMaxHelp/Edl/maxguide.html#format%](http://www.edlmax.com/EdlMaxHelp/Edl/maxguide.html#format%20)

Stand: 17.07.2013

CINEFORM official (2013a): Compression Subsystem. URL:

<http://cineform.com/compression-subsystem>

Stand: 17.07.2013

CINEFORM official (2013b): Technology. Sowie Menüunterpunkte. URL:

<http://cineform.com/technology>

Stand: 17.07.2013

CINEFORM official (2013c): Active Metadata. URL:

<http://cineform.com/active-metadata>

Stand: 17.07.2013

CINEFORM official (2013d): Product Grid. URL:

<http://cineform.com/product-grid>

Stand: 17.07.2013

CINEFORM official (o.J.): Understanding CineForm Quality Settings. URL:

<https://cineform.zendesk.com/entries/23268268-Understanding-CineForm-Quality-Settings>

Stand: 20.07.2013

DE LEUW, Christoph (2013): Action-Cams punkten, wo andere Kameras aufgeben.

Actioncam-Test für Die Welt. URL:

<http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article116587241/Action-Cams-punkten-wo-andere-Kameras-aufgeben.html>

Stand: 16.07.2013

EBU, Tech-3218-E (1995): Methods for the measurement of the characteristics of CCD cameras. URL:

<http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3281.pdf>

Stand: 23.07.2013

EGBERS, Christian-Boris (2007): Der MXF-Faktor. TV-Journalisten im neuen digitalen Workflow. (o.A.) VDM Verlag Dr. Müller. Saarbrücken.

FILMLIGHT official (2012): Baselight Two.High performance flexible grading & finishing. Baselight TWO White paper. URL:

http://www.filmlight.ltd.uk/resources/documents/baselight/datasheets_bl.php

Stand: 23.07.2013

FRÖHLICH, Christoph (2013): Action-Cams im Test. Kameras für Adrenalinjunkies. Actioncam-Test für stern.de. URL:
<http://www.stern.de/digital/homeentertainment/action-cams-im-test-kameras-fuer-adrenalinjunkies-2033582.html>
Stand: 16.07.2013

GILMER, Brad (2002): AAF— the Advanced Authoring Format. EBU TECHNICAL REVIEW. Juli 2002 URL:
http://www.amwa.tv/downloads/whitepapers/291_gilmer1_0702.pdf
Stand: 23.07.2012

GOPRO, official (2013a): Hero 3 camera Q&A. URL:
<http://gopro.com/support/articles/hero3-faqs>
Stand: 16.07.2013

GOPRO, official (2013b): HERO3 Weißabgleich-Einstellungen. URL:
<http://de.gopro.com/support/articles/hero3-white-balance-settings>
Stand: 16.07.2013

GOPRO, official (2013c): HERO3 Vergleich. URL:
<http://de.gopro.com/product-comparison-hero3-cameras>
Stand: 18.07.2013

GOPRO official (2013d): HERO3: Black Edition. URL:
<http://de.gopro.com/cameras/hd-hero3-black-edition#specs>
Stand: 10.07.2013

HALLE, Linda (2013), Mitarbeiterin von GoPro im Schriftwechsel mit dem Autor vom 28.06.2013 und 19.07.2013 (siehe Anlagen)

HEIDI (Nickname) (2013): Test : Action-Cam Bildqualität im Vergleich -- GoPro Hero 3 Black Edition, Contour+ 2, Sony AS-15. Actioncam-test für slashcam. URL:
<http://www.slashcam.de/artikel/Test/Action-Cam-Bildqualitaet-im-Vergleich---GoPro-Hero-3-Black-Edition--Contour--2--Sony-AS-15--alles-.html>
Stand: 16.07.2013

HEYNA, Arne / BRIEDE, Marc / SCHMIDT, Ulrich (2003): Datenformate im Medienbereich. Digitale Signalformen; Datenreduktion; MPEG; Metadaten; Fileformate; AVI, Quicktime, MXF. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. München Wien.

INSTITUT FÜR RUNDFUNKTECHNIK (IRT) (2011): Technische Richtlinien – HDTV zur Herstellung von Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF. München. URL:
<http://www.irt.de/de/publikationen/technische-richtlinien.html>
Stand: 23.07.2013

ITU-R (2002): Recommendation ITU-R BT.709-5. Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange. URL:
http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-5-200204-I!!PDF-E.pdf
Stand: 23.07.2013

ITU-R (2011): Recommendation ITU-R BT.601-7. Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios. URL:
http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-7-201103-I!!PDF-E.pdf
Stand: 23.07.2013

KORAN, Norman (o.J., zwischen 2000 und 2013?): DigitUnderstanding image sharpness part 1: Introduction to resolution and MTF curves. URL:
<http://www.normankoren.com/Tutorials/MTF.html>
Stand: 19.07.2013

PRO-MPEG official (o.J.): MXF Overview. URL:
<http://www.pro-mpeg.org/pages/main.php?page=0002>
Stand: 19.07.2013

REIMERS, Ulrich (2008): DVB – Digitale Fernsehtechnik. Datenkompression und Übertragung. 3. Auflage. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

SCHALLER, Sören (2012): Bewertung digitaler Filmkameras unter kreativen und ökonomischen Gesichtspunkten am Beispiel der ARRI ALEXA. Bachelorarbeit. Hochschule Mittweida. Mittweida.

SCHMIDT, Ulrich (2002): Digitale Film- und Videotechnik. Filmeigenschaften; Videotechnik und HDTV; Filmabtastung; High Definition Kamera; Digitale Aufzeichnung; Digital Cinema. (o.A.) Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. München Wien.

SCHMIDT, Ulrich (2003): Professionelle Videotechnik. Analoge und digitale Grundlagen, Signalformen, Videoaufnahme, Wiedergabe, Speicherung, Signalverarbeitung und Studioteknik. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage [neuere Auflage bereits erschienen]. Berlin Heidelberg.

VOGEL, Andreas (Hrsg.) / EFFENBERG, Peter (Hrsg.) (2010): Handbuch HD-Produktion. [o.A., vermutlich 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, neuere Auflage bereits erschienen] Fachverlag Schiele & Schön. Berlin.

WATKINSON, John (2004): The MPEG handbook. MPEG-1 MPEG-2 MPEG-4 (MPEG-4 Part 10/H.264/AVC included). 2Nd edition. Focal Press (Elsevier). Burlington Oxford.

WATKINSON, John (2008): The art of digital video. 4th edition. Focal Press (Elsevier). Burlington Oxford.

WOODMAN, Nick (2010): Company Q&A with Nick Woodman. Interview mit dem Gründer/Erfinder von GoPro. URL:

http://www.malaky.com/asp/front/CMSPage.asp?TYP_ID=2&ID=2831

Stand: 16.07.2013

Anlagen

Anlage 1:	Verwendete Hard- und Software	Seite XIX
Anlage 2:	Schriftwechsel mit Linda Halle (GoPro Support)	Seite XX

Anlage 1: Verwendete Hard- und Software

Kamera	Version	Software
GoPro	Hero 3 Black Edition	v02.39
ALEXA	Plus	SUP 8

Software	Version	Workstation
CineFrom Studio	1.3.2.169	VAIO VPCF1
CineForm Studio Premium	1.3.2.170	Windows 7 64 Bit Intel Core i7 CPU Q740@1,73GHz 6GB RAM
AVID Media Composer	6.0.3	HP Z800 Windows 7 64 Bit Intel Xeon CPU X5570@ 2,93 GHz (2 Prozessor- soren) NVIDIA Quadro 4000
Filmlight Baselight	4.3.5996	Baselight TWO
AVID Symphony	6.5.2	VAIO VPCF1 Windows 7 64 Bit Intel Core i7 CPU Q740@1,73GHz 6GB RAM

Anlage 2: Schriftwechsel mit Linda Halle (GoPro Support)

Formatierung geändert, ansonsten ungekürzt und unbearbeitet

Von: S36 Linda Halle

Gesendet: Freitag , Juni 28, 2013 11:01 (MESZ)

Betreff: Bachelor Arbeit GoPro Hero3 Black Edition

Hallo Jakob,

danke fuer Ihr Interesse an GoPro.

Wir sind begeistert, dass Sie in Ihrer Bachelor Arbeit die GoPro im Aspekt professionel-
le Anwendung miteinbeziehen.

Gerne werden wir versuchen Ihre Fragen zu beantworten.

1. Welcher Sensortyp ist in der GoPro Hero 3 Black verbaut?

Der Sensortyp ist CMOS.

Sensorgroesse

WHITE Edition

1/2.5"

SILVER Edition

1/2.7"

BLACK Edition

1/2.3"

2. Da die GoPro eine feste Blende hat, wie wird dann die Helligkeit/Belichtung
geregelt?

f-Stop Regelung

Black Edition

f/2.8

Silver Edition

f/2.8

White Edition

f/2.8

LUX-Rating Angaben:

Das LUX - Beleuchtungsstärke ist etwas, dass bei der Hero3 Kamera nicht zur Verfue-
gung steht.

Wir gehen davon aus, dass die LUX - Beleuchtungsstärke kein genaues Bild, durch die Fahigkeit der Lichtempfindlichkeit der Kamera liefert, da dies nur eine Leistung von dem Kamerasensor darstellt und nicht die eigentliche Verarbeitung des Bildes, durch die Kamera berücksichtigt.

Das Beste, was Sie tun koennen, um eine bessere Vorstellung von der Kamera bei schlechten Lichtverhältnissen zu bekommen, ist, einen Blick auf unsere Kundenvideos auf den Webseiten Youtube oder Vimeo zu werfen.

Suchen Sie nach "HERO3 low-light" und Sie werden eine tolle Mischung aus beiden, Amateur-und Profivideos bekommen, die zeigen, wie unsere Kameras in schwach beleuchteter Umgebungen arbeiten.

3. Und welche Brennweite hat das Objektiv?

Hier gerne die Angaben von dem FOV / Field of view fuer die Hero3 Kameras.

Leider koennen wir die Brennweiter derzeit nicht in mm angeben, hoffen jedoch, dass Ihnen diese Angabe weiterhilft:

In Narrow besteht ein Bildwinkel von ca 90°

In Medium besteht ein Bildwinkel von ca 117°

In Wide besteht ein Bildwinkel von ca 150°

Die Bildwinkel, sind in verschiedenen Aufloesungen verfuegbar. Dies finden Sie in den technischen Tabellen je Kamera.

Hier ein Link dazu, mit weiteren technischen Daten.

<http://de.gopro.com/product-comparison-hero3-cameras>

So bewirbst du dich für das Sponsoring, bei Interesse:

<http://de.gopro.com/support/articles/how-to-apply-for-a-sponsorship>

Bei Fragen, melden Sie sich gerne.

Mit freundlichen Gruessen

Linda H.

GoPro Support

www.gopro.com/support

Von: S36 Linda Halle

Gesendet: Freitag , Juli 19, 2013 11:08 Uhr (MESZ)

Betreff: Bachelor Arbeit GoPro Hero3 Black Edition

Hallo Jakob,

danke fuer Ihre Rueckfrage.

Der FOV ist nicht durch eine physikalische Veraenderung des Objektivs geregelt, sondern, wie Sie es beschrieben haben, ein kleinerer Teil des auf den Sensor treffenden Bildes als Ausgabe zur Verfuegung gestellt.

Hier ein Beispiel:

<http://www.youtube.com/watch?v=RUJ54EXjNCM>

Nun zur Helligkeitsregelung:

Das LUX - Beleuchtungsstärke ist etwas, dass bei der Hero3 Kamera nicht zur Verfuegung steht.

Wir gehen davon aus, dass die LUX - Beleuchtungsstärke kein genaues Bild, durch die Fahigkeit der Lichtempfindlichkeit der Kamera liefert, da dies nur eine Leistung von dem Kamerasensor darstellt und nicht die eigentliche Verarbeitung des Bildes, durch die Kamera berücksichtigt.
Das Beste, was Sie tun koennen, um eine bessere Vorstellung von der Kamera bei schlechten Lichtverhältnissen zu bekommen, ist, einen Blick auf unsere Kundenvideos auf den Webseiten Youtube oder Vimeo zu werfen.

Suchen Sie nach "HERO3 low-light" und Sie werden eine tolle Mischung aus beiden, Amateur-und Profivideos bekommen, die zeigen, wie unsere Kameras in schwach beleuchteter Umgebungen arbeiten.

Das Problem ist, wie bei jeder Kamera, dass Sie nur in der Lage ist, ein einziges angebotenes Lichtverhältniss richtig und angemessen aufzunehmen.
Die HERO Kamera stellt dies automatisch ein und waehlt das staerkere Thema im Bildfeld. Um die richtige Belichtung zu bekommen, sollten Sie die Kamera also so anbringen, dass Sie auf das zu belichtende Objekt zeigt und nur dieses das Bildfeld fuellt.

Um aus dem Auto heraus aufzunehmen, müssen Sie die Kamera so anbringen, dass der Aussenbereich im Bildfeld zu sehen ist.

Hier ist ein Beispiel Video, das eine große Einbauort, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen veranschaulicht:

<http://www.vimeo.com/2265245>

Zur Punktmessung in der Kamera, kann das SPOT METER eingestellt werden:

<http://www.youtube.com/watch?v=QUc-3-JgEd0>

Weitere Angaben koennen wir Ihnen leider nicht machen.

Wir bedanken uns hinsichtlich dessen fuer Ihr Verstaendis.

Haben Sie noch Fragen?

Liebe Gruesse
Linda H.
GoPro Support
www.gopro.com/support

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, den TT. Monat JJJJ

Vorname Nachname